



Aalto-yliopisto
Insinöörیتieteiden
korkeakoulu

Juho Pajukoski

Kunnallisen Internet-karttapalvelun pystyttäminen

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espoossa 27.11.2017

Valvoja: Professori Kirsi Virrantaus

Ohjaaja: Diplomi-insinööri Ossi Örn

Tekijä Juho Pajukoski

Työn nimi Kunnallisen Internet-karttapalvelun pystyttäminen

Koulutusohjelma Geomatiikka

Pää-/sivuaine Geoinformatiikka/Yhdyskunta- ja kaupunkisuunnittelu

Koodi M3002

Työn valvoja Professori Kirsi Virrantaus

Työn ohjaaja(t) Diplomi-insinööri Ossi Örn

Päivämäärä 27.11.2017

Sivumäärä 55

Kieli suomi

Tiivistelmä

Internetistä on tullut 2000-luvun aikana paikkatiedon tärkein jakelukanava, ja erityyppisistä Internet-karttapalvelusovelluksista on muodostunut yksi keskeisimmistä paikkatiedon hyödyntämisympäristöistä. Myös lähes kaikki Suomen suurimmat kunnat tarjoavat aineistojaan käytettäväksi omissa Internet-karttapalveluissaan.

Tutkimuksen tarkoituksena on luoda katsaus kunnallisen Internet-karttapalvelun pystyttämisen vaiheisiin, palvelussa käytettäviin teknologioihin ja karttapalvelun aineistojen ylläpitoon. Tavoitteena on selvittää, onnistuuko kunnallisen karttapalvelun tarkoituksenmukainen toteutus pilvipalvelussa toimivalla Software as a Service -tyyppisellä koodia generoivalla käyttöliittymällä, ja miten eri aineistojen julkaiseminen palvelussa voidaan teknisesti toteuttaa. Lisäksi tutkitaan, mitä skaalautuvuustekniikoita eri aineistojen kohdalla voidaan hyödyntää. Tapaustutkimuksena työssä on Keravan kaupungin karttapalvelun pystytys ArcGIS-ympäristöä hyödyntäen.

Tutkimus osoittaa, että tarkoituksenmukaisen, aineistosisällöltään ja toiminnallisuuksiltaan monipuolisen kunnallisen Internet-karttapalvelun toteuttaminen pilvipalvelussa toimivaa Software as a Service -tyyppistä koodia generoivaa käyttöliittymää käyttäen on mahdollista. Toisaalta havaittiin, että tiettyjen aineistojen ylläpidossa paikalliselle palvelimelle asennettavan palvelinohjelmiston käyttö osoittautui pilvipalvelussa isännöintiä paremmaksi ratkaisuksi. Skaalautuvuustekniikoista tiilitys osoittautui karttapalvelun piirtonopeuden ja koko karttapalvelun käytettävyyden kannalta keskeiseksi metodiksi.

Avainsanat karttapalvelu, web-kartta, pilvipalvelu, Software as a Service, skaalautuvuus, tiilitys, tiilitetty karttataso



Author Juho Pajukoski		
Title of thesis Setting Up a Web Map Application for the Local Government		
Degree programme Degree Programme in Geomatics		
Major/minor Geoinformatics/Urban Planning		Code M3002
Thesis supervisor Professor Kirsi Virrantaus		
Thesis advisor(s) Ossi Örn, Master of Science (Technology)		
Date 27.11.2017	Number of pages 55	Language Finnish

Abstract

During the beginning of the 21st century the Internet has become the most important medium for presenting spatial data and one of the most essential environments for using this data are the different kind of web map applications. Virtually all of the largest Finnish municipalities present their spatial data using some sort of web map application.

The purpose of this study is to present the process of setting up a web map application for the local government, the technologies used in the process, and the maintenance processes needed to keep the contents of the application up-to-date. The goal is to find out if it is possible to set up an appropriate and functional web map application for the needs of local government using a cloud-based Software as a Service type of platform, and how the publishing and hosting different kind of contents is technically possible. Additionally, the usability of different scalability techniques for different kind of data is assessed. The research was done as a case study by surveying the process of setting up a web map application for the City of Kerava using ArcGIS-environment.

The study shows that setting up a web map application—versatile both in terms of contents and functional features—for the municipal needs using a cloud-based code-generating Software as a Service type of platform is indeed possible. On the other hand it was observed that for some of the contents, the maintenance is more efficient when the services are hosted on a local server instead of hosting the services in the cloud. The assessment of scalability methods showed that using tiled map layers was proven to be a central technique for the drawing speed of many layers and therefore for the usability of the application as a whole.

Keywords Map Service, Web Map, Cloud Computing, Software as a Service, Scalability, Tiling, Tiled Map Service

Alkusanat

Tämä diplomityö tehtiin Keravan kaupungille, joka toimi myös tutkimuksen rahoittajana. Tutkimuksen tarkoituksena oli luoda katsaus kunnallisen Internet-karttapalvelun pystyttämiprosessiin. Keskeisenä tavoitteena oli myös toimivan ja mahdollisimman tarkoituksenmukaisen Internet-karttapalvelun pystytys Keravan kaupungin tarpeisiin.

Työn aiheen ideoi Keravan kaupungin paikkatietojohtaja, diplomi-insinööri Ossi Örn, joka toimi myös työn ohjaajana. Työn valvojana toimi Aalto-yliopiston Insinöörیتieteiden korkeakoulun varadekaani, Geomatiikan koulutusohjelman johtaja professori Kirsi Virrantaus. Heille molemmille kuuluu iso kiitos.

Lisäksi haluan kiittää Keravan kaupungin paikkatietosuunnittelija Jaana Janhusta työssä avustamisesta ja karttapalvelun aineistojen kehittämisestä työsuhteeni päättymisen jälkeen, kaava-arkkitehti Juha Pasmaa yhteistyöstä asemakaavoitukseen liittyvien aineistojen suunnittelussa ja käyttöön otossa sekä koko muuta silloista Keravan kaupungin Maankäyttöpalveluiden henkilökuntaa palautteesta, yhteistyöhalukkuudesta ja kannustuksesta.

Vantaalla 27.11.2017

Juho Pajukoski

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Alkusanat

Sisällysluettelo	5
1 Johdanto	6
2 Tutkimuksessa käytettäviä teknologioita	8
2.1 Pilvipalvelut	8
2.2 Karttatasojen skaalaaminen eri mittakaavatasoille	9
2.2.1 Karttatasojen yleistäminen	9
2.2.2 Karttatasojen tiilittäminen	10
3 Karttapalvelun tekninen toteutus ja aineistojen hallinta	13
3.1 Yleiskuvaus projektista ja lähtötilanteesta	13
3.1.1 Ohjelmistojen lisensointikäytäntö	13
3.1.2 Keravan yrityshakemisto	13
3.2 Projektissa käytetyt ohjelmistot	14
3.3 Karttapalvelun arkkitehtuuri	16
3.4 Karttatasojen aineistojen hallinta ja kuvaustekniikoiden määrittely	17
3.4.1 Rasteriaineistot: tiilitasot	17
3.4.2 ArcGIS Onlinen pilvipalvelussa isännöidyt vektoriaineistot	21
3.4.3 Oracle-tietokantaa lukevat vektoriaineistot	24
3.4.4 ArcGIS Serverille kopioitavat vektoriaineistot	35
3.5 Karttapalvelun käyttötapauksia	39
4 Arviointi ja yhteenveto	46
4.1 Eri aineistolähtderatkaisut	47
4.1.1 Rasteriaineistot: tiilitasot	47
4.1.2 Vektoriaineistot	47
4.2 Karttatasojen skaalautuvuus	47
4.3 Palvelun käyttöönotto sekä kehittäminen julkaisun jälkeen	48
4.4 Tulevaisuuden näkymät	49
Lähdeluettelo	51

1 Johdanto

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on luoda katsaus kunnallisen Internet-karttapalvelun pystyttämisen vaiheisiin, palvelussa käytettäviin teknologioihin ja karttapalvelun aineistojen ylläpitoon. Tapaustutkimuksena työssä oli Keravan kaupungin karttapalvelun pystytys ArcGIS-ympäristöä hyödyntäen.

Vielä 1990-luvun lopulla paperikartta oli keskeisin paikkatiedon välitystapa, mutta viimeisen noin 20 vuoden aikana Internetistä on muodostunut tärkein paikkatiedon jakelukanava. Internet on tuonut suuria mahdollisuuksia paikkatiedon jakelussa ja hyödyntämisessä. Näitä etuja ovat esimerkiksi suuren käyttäjäjoukon palveleminen, aineiston entistä parempi ajantasaisuus sekä interaktiivisia toimintoja sisältävien paikkatietosovellusten hyödyntäminen. Jatkuva kehitys tiedonkäsittelyyn ja tiedonsiirtoon liittyvissä teknologioissa mahdollistaa sisällöltään yhä laajempien ja monipuolisempien aineistojen jakamisen ja käsittelyn.

Mitchell (2005, ks. Nivala et al. 2008, s. 129) selittää Internet-karttapalvelu-termin tarkoitettavan ”interaktiivisia karttoja, joita käytetään Internet-sivujen kautta”. Monia eri aineistoja ja interaktiivisia toiminnallisuuksia käyttäjille tarjoavia Internet-karttapalveluita voidaan kutsua myös geoportaaleiksi.

Kannettavien paikannustoimintoja sisältävien älylaitteiden yleistymisen myötä paikannus ja paikkatiedon hyödyntäminen on noussut keskeiseksi osaksi monen monikansallisen IT-yrityksen palvelu- ja tuoterepertuaaria. Esimerkiksi Google sekä kerää paikannusdataa käyttäjistään että tarjoaa paikkatietoon perustuvia palveluita, kuten reittiohjeita. Internet-karttapalveluiden yleistyessä 2000-luvun alussa, karttapalveluilla viitattiin yleensä nimenomaan Internet-selaimessa toimiviin sovelluksiin (Mitchell 2005 ks. Nivala et al. 2008, s. 129), mutta nyt älypuhelinien aikakaudella suurinta osaa isoimmista, koko maailman kattavista Internet-karttapalveluista käytetään myös laitteeseen erikseen asennettavana natiivisovelluksena. Sekä Googlen että monen muun ison toimijan taustakartat hyödyntävät taustakartoissaan ns. tiilitettyjä karttatasoja. Tämä teknologia on yksi tutkimuksen keskeinen teema.

Pilvipalvelut on nouseva ja jo laajalti hyödynnetty paikkatietoalaa sekä koko muutakin IT-sektoria koskettava teknologia. Bhat (2011) kertoo, että pilvipalveluita on kuvattu seuraavaksi luonnolliseksi askeleeksi informaatioteknologian palveluiden ja tuotteiden kehityksessä, ja että niitä voidaan hyödyntää myös paikkatiedon sovellusten haasteissa. Tässä tutkimuksessa pilvipalveluteknologiaa hyödynnettiin Software as a Service -tyyppisellä ArcGIS Online -alustalla.

Suomen kunnat ovat tarjonneet omia Internet-karttapalveluitaan jo vuosien ajan. Käytetyimmät palveluntarjonnassa käytetyt alustat ovat Siton ja Trimblen tarjoamat selainpohjaiset sovellukset. Tyypillisimpiä kunnallisissa karttapalveluissa esillä olevia aineistoja ovat opaskartta, ortoilmakuva, ajantasa-asemakaava ja muut kaavoitukseen liittyvät aineistot, eri perusteiset aluejaot, historialliset aineistot, palvelukohteita kuvaavat aineistot sekä rekisteritietoaineistot. (Pajukoski 2014.)

Keravalla oli ollut vuodesta 2007 alkaen käytössä Sitolta ostettuna palveluna SpatialWeb-teknologiaan perustuva Internet-karttapalvelu, mutta vuonna 2016 päätettiin lähteä kehittämään kaupungille uutta ArcGIS Online -pohjaista karttapalvelua diplomityöntekijävetoi-

sesti. Päätöksen taustalla olivat Siton ylläpitämän karttapalvelun aiheuttamien kustannusten ja kankeaksi koettujen ylläpitotoimien lisäksi ESRI:n tuotteiden lisensointikäytäntöön liittyvät seikat sekä aiemmat positiiviset kokemukset ArcGIS Onlinen käytöstä Keravan yrityshakemiston julkaisemisen yhteydessä. Lisäksi ArcGIS Onlinella toteutetut selainpohjaisena karttoina julkaistut Ylöjärven kaupungin Maankäytön ja palvelujen suunnittelu- ja toteutusohjelma MAPSTO sekä Mikkelin kaupungin ja ESRI Finlandin yhteistyönä toteutama Mikkelin kaupungin sähköinen tonttien esittely- ja varauspalvelu toimivat yllykkeinä lähteä kokeilemaan ArcGIS Onlinen käyttöä laajemmin kaupungin eri sektoreiden tiedonjakoalustana.

Tämän työn tavoitteena oli selvittää, onnistuuko kunnallisen karttapalvelun tarkoituksenmukainen toteutus Software as a Service -tyyppisellä koodia generoivalla käyttöliittymällä, ja miten eri aineistojen julkaiseminen palvelussa voidaan teknisesti toteuttaa. Tutkimuksen yksi keskeinen kysymys oli, että miten aineiston skaalautuvuuteen liittyvien eri teknologioiden hyödyntäminen sopii käytettäväksi erityyppisten aineistojen kohdalla.

Luvussa 2 käsitellään tutkimuksessa käytettyjä teknologioita. Luvussa 3 käydään läpi Keravan uuden karttapalvelun tekninen toteutus ja karttapalvelun aineistojen hallinta. Luvussa 4 arvioidaan karttapalvelun toteutuksen onnistuminen ja käydään läpi työn haasteita ja ongelmakohtia sekä tutkimuksen yhteenveto.

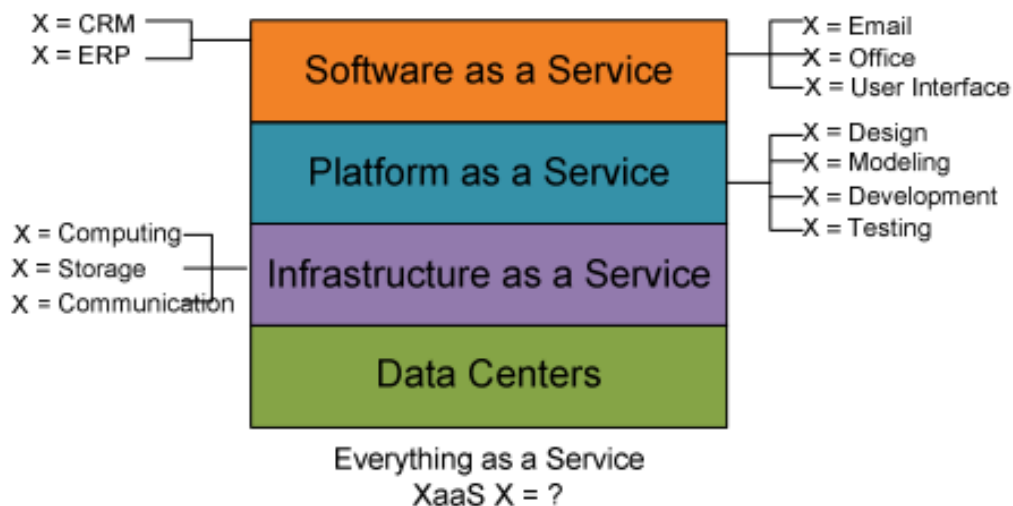
2 Tutkimuksessa käytettäviä teknologioita

2.1 Pilvipalvelut

Pilvilaskenta (engl. cloud computing) terminä viittaa sekä Internetin välityksellä palveluina tarjottaviin sovelluksiin että laitteistoon ja järjestelmäohjelmistoihin palveluita tarjoavissa datakeskuksissa (engl. data centers). Näihin palveluina tarjottaviin sovelluksiin viitataan yleisesti termillä SaaS (engl. Software as a Service). (Armbrust et al. 2010.) Pilvilaskennan perustana toimivat datakeskukset koostuvat tyypillisesti tuhansista yhteiskäyttöpalvelimistä. Tämän tyyppisen, *hajaautetusti* datakeskuksien palvelimilla tapahtuvan tietojenkäsittelyn etuna perinteiseen paikallisilla työasemilla ja palvelimilla tapahtuvaan tietojenkäsittelyyn nähden on mm. ketteryys, pienemmät käyttöönottokustannukset, riippumattomuus käyttölaitteesta, riippumattomuus sijainnista sekä skaalautuvuus. Lisäksi asiakkaan kannalta Software as a Service -tyyppisten pilvessä toimivien ohjelmistojen etuna paikallisille työasemille asennettaviin ohjelmistoihin nähden on, että pilvipalvelun tarjoaja tyypillisesti huolehtii ohjelmistojen päivityksistä, tietoturvasta ja virustorjunnasta, jolloin asiakkaalta ei vaadita niin kattavaa tietoteknistä osaamista. (Tsai et al. 2010.)

Termien eksakteista määrittelyistä on kuitenkin epäselvyyttä alan toimijoiden kesken (Armbrust et al. 2010). Termien suomentaminen vielä lisää määritelmien epäselvyyttä. Koska ”cloud computing”-termiä käytettäessä viitataan laajempaan käsitteeseen kuin pelkkään laskentaan, niin suomen kielessä termi ”pilvialusta” tai ”pilvipalvelu” saattaa toimia käännöksenä paremmin, kuin pilvilaskenta. Toisaalta pilvipalvelulla voidaan tarkoittaa myös edellä mainittua SaaS-tyyppistä palvelua ”cloud computing”-käsitteen sijaan.

Tsain et al. (2010) hierarkkisen kuvauksen mukaan suurin osa nykyaikaisista pilvipalveluista muodostuu datakeskuksien päälle rakentuvista osista IaaS (engl. Infrastructure as a Service), PaaS (engl. Platform as a Service) ja SaaS (engl. Software as a Service). Kuva 2.1 havainnollistaa tätä hierarkkista kuvausta.



Kuva 2.1. (Tsai et al. 2010) Hierarkkinen pilvipalvelun kuvaus.

Sekä Tsain et al. (2010) että Armbrustin et al. (2010) mukaan hyväksytyt määritelmät termeille IaaS ja PaaS vaihtelevat kuitenkin suuresti. Tyypillistä nykyaikaista käyttäjän Inter-

net-selaimella operoimaa pilvipalvelu-kokonaisuutta, jossa paikallisille työasemille tai palvelimille ei asenneta mitään ylimääräistä, voidaankin hyvin kuvata käsitteellä ”Everything as a Service” (Banerjee 2011).

Spatiaalisella pilvilaskennalla viitataan geospaatialisten tieteiden tiedeyhteisön ajamaan pilvilaskennan paradigmaan, jossa on kyse hajautetussa tietojenkäsittely-ympäristössä tapahtuvan pilvilaskennan hyödyntämisestä ja optimoinnista geospaatialisten tieteiden tarpeisiin. Pilvilaskennan perustoiminnallisuudet mahdollistavat sen hyödyntämisen monien keskeisimpien paikkatiedon tehtäväkokonaisuuksien, kuten lennosta uudelleen projisoinnin eri projektoiden välillä sekä erilaisten spatiaalisten analyysien, suorittamisessa. (Yang et al. 2011.) Bhatin et al. (2011) mukaan pilvilaskennan määritelmät viittaavat pilvilaskennan sopivan hyödynnettäväksi sekä runsaasti laskentaresursseja että datan tallennusresursseja vaativissa sovelluksissa, ja paikkatiedon sovelluksien ollessa näitä molempia, niiden siirtämiseen pilviympäristöön on perusteltua. Pilvilaskennan hajautettujen resurssien optimointia voidaan hyödyntää myös paikkatietopalveluiden suurten yhtäaikaisten käyttäjämäärien palvelemisessa (Yang et al. 2011).

Toisaalta pilvipalveluihin liittyy myös ongelmia erityisesti koskien tiedon omistajuutta ja kontrollia sekä tietoturvaa. Pilvipalveluiden käytännöt sovellettavan lainsäädännön sekä tiedon omistajuuden osalta vaihtelevat suuresti eri pilvipalveluiden tarjoajien välillä. (Nattunen 2014.)

2.2 Karttatasojen skaalaaminen eri mittakaavatasoille

Mittakaavaa pienennettäessä (ulospäin zoomatessa) web-karttanäkymässä kuvattavan datan määrä tiettyyn pikselimäärään rajoittuvalla näytöllä kasvaa. Tämä tuo mukanaan ainakin kahdenlaisia ongelmia: (1) Internet-yhteyden välityksellä ladattavan datan määrä kasvaa niin suureksi, että näkymän näytölle piirtyminen karttanäkymää zoomatessa ja vierittäessä kestää niin kauan, että web-kartan käytettävyyks kärsii merkittävästi. (2) Karttanäkymä ruuhkautuu lukukelvottomaksi, kun yksityiskohtaista aineistoa on näytön kokoon nähden liikaa. Karttatasojen yleistäminen ja tiilittäminen ovat teknologioita, joilla tässä tutkimuksessa pyritään vastaamaan näihin ongelmiin.

2.2.1 Karttatasojen yleistäminen

Karttatasojen yleistämistä kartografisena operaationa on tehty yhtä kauan kuin karttojakin, sillä jo kartassa itsessään on kyse nimenomaan yleistetystä ja yksinkertaistetusta mallista todellisuudesta (Brassel & Weibel 1988, ks. Ollila 1995). Paikkatiedon käyttö ja esittäminen tietokoneilla erityisesti Internetiä käyttäen ovat kasvattaneet tarpeita automatisoiduille yleistämisprosesseille (Jones & Ware 2005). Jones & Ware (2005) jakavat yleistämisoperaatiot kahteen luokkaan: (1) semanttiseen yleistämiseen (engl. semantic generalization) ja (2) geometriseen yleistämiseen (engl. geometric generalization).

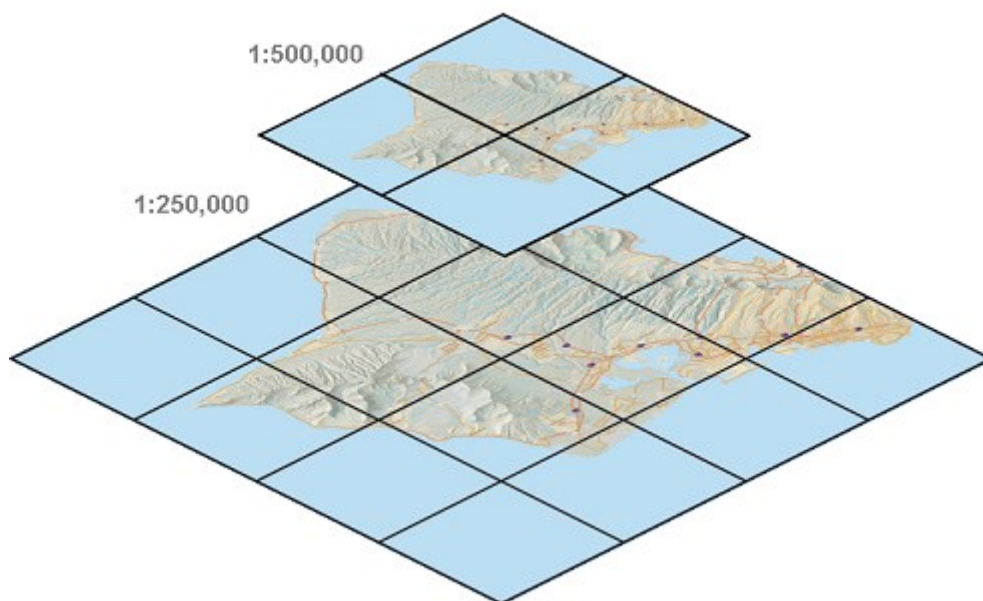
Automatisoidussa semanttisessa yleistämisessä on kyse piirtoon valittavien kohteiden rajaamisesta ominaisuustietojensa perusteella. Semanttisen yleistämisen toimivuuden kannalta oleellista on, että kohteita voidaan luokitella hierarkkisesti jonkun ominaisuustiedon mukaan.

Automatisoidussa geometrisessa yleistämisessä on nimensä mukaisesti kyse kohteen geometrian manipuloinnilla toteutettavasta yleistämisestä. Jones & Ware (2005) jakavat geometriset yleistämisoperaatiot seitsemään eri luokkaan: (1) piirrettävien erillisten kohteiden

määrän vähentäminen, (2) yksittäisten viiva- ja alue-kohteiden geometrinen yksinkertaistaminen, (3) vierekkäisten kohteiden yhteen sulauttaminen, (4) kohteiden ulotteisuuden vähentäminen (aluemaisten kohteiden kuvaaminen viivoina tai edelleen pisteinä), (5) kohteiden - jotka ovat liian pieniä havaittavaksi - koon kasvattaminen, (6) kohteiden määrän vähentäminen niin, että kohteiden jakauma säilyttää alkuperäisen muotonsa (tyypittely tai karikatyyrisointi), (7) kohteiden paikaltaan siirtäminen, niin että vierekkäiset kohteet eivät osu päällekkäin toistensa kanssa ja säilyttävät sopivan välimatkan toisiinsa.

2.2.2 Karttatasojen tiilittäminen

Tiilitettyjen karttatasojen toimintaperiaate perustuu koko karttatason kattavuusalueesta etukäteen prosessoitujen, kiinteitä mittakaavatasoja noudattavien pienien kuvapalojen, ns. tiilien (engl. ”tile”) hyödyntämiseen. Nämä tiilet muodostavat säännöllisen ruudukon, josta yksittäisen osa-alueen poimiminen on tehokasta. (JHS 180 2013.) Kuva 2.2 havainnollistaa tiilien muodostamista kahdelle eri mittakaavatasolle.



Kuva 2.2. Kahdelle eri mittakaavalle lasketut tiilet samalta maantieteelliseltä alueelta. Mittakaavalla 1:500.000 alueen kuvaamiseen on käytetty neljä tiiltä ja mittakaavalla 1:250.000 16 tiiltä. (ESRI 2017a.)

Internetissä www-sovelluspalveluina julkaistuja karttatasoja katseltaessa, aina näkymää muutettaessa (zoomaus tai vierittäminen) karttatasoa ylläpitävälle palvelimelle lähtee pyyntö näytölle kuvautuvasta alueesta. Tiilitasojen tehokkuus perustuu siihen, että karttatasoa ylläpitävän ja tarjoavan palvelimen on paljon nopeampaa vastata pyyntöihin palauttamalla jotain aluetta vastaava ennalta laskettu kuva, kuin piirtää kartta jokaiselle pyynnölle erikseen pyyntöön vastaamisen yhteydessä (ESRI 2017a). Lisäksi tiilitasojen käytettäessä client-ohjelmiston on mahdollista tallentaa tiiliä client-ohjelmistoa käyttävän laitteen paikalliseen välimuistiin. Tällöin karttatason käyttäminen on nopeampaa samoja alueita toistuvasti katsellessa, kun kaikkia tiiliä ei tarvitse ladata Internet-yhteyttä käyttäen joka kerta uudelleen. (ESRI 2017b.)

Vaikka tiilitys on kehitetty nimenomaan web-karttojen piirron nopeuttamiseksi, niin tiilitystä ja eri yleistämismenetelmiä yhdistelemällä saadaan jokaisen mittakaavatasojen tiilille piirrettyä juuri sille mittakaavalle tarkoituksenmukainen sisältö. Näin pystytään vastaa-

maan myös mittakaavan pienentämisen mukanaan tuomiin kuvausteknisiin ongelmiin piirtohausongelmien lisäksi.

Tiilitysskeemat ja projektiot

Useita tiilitasoja yhtä aikaa käytettäessä tasojen on käytettävä keskenään samaa koordinaattijärjestelmää, jakoruudukossa käytettävää origoa, tiilien kokoa pikseleissä sekä resoluutiotasojen joukkoa. Tästä seuraa, että tiilien muodostama säännöllinen ruudukon asemoi-nti koordinaattijärjestelmässä on yhtenevä kaikilla käytettävillä mittakaavatasoilla. (JHS 180 2013.) Näiden parametrien perusteella muodostettavaa mallia tiilitasojen luomiseen voidaan kutsua myös tiilitysskeemaksi (engl. tiling scheme).

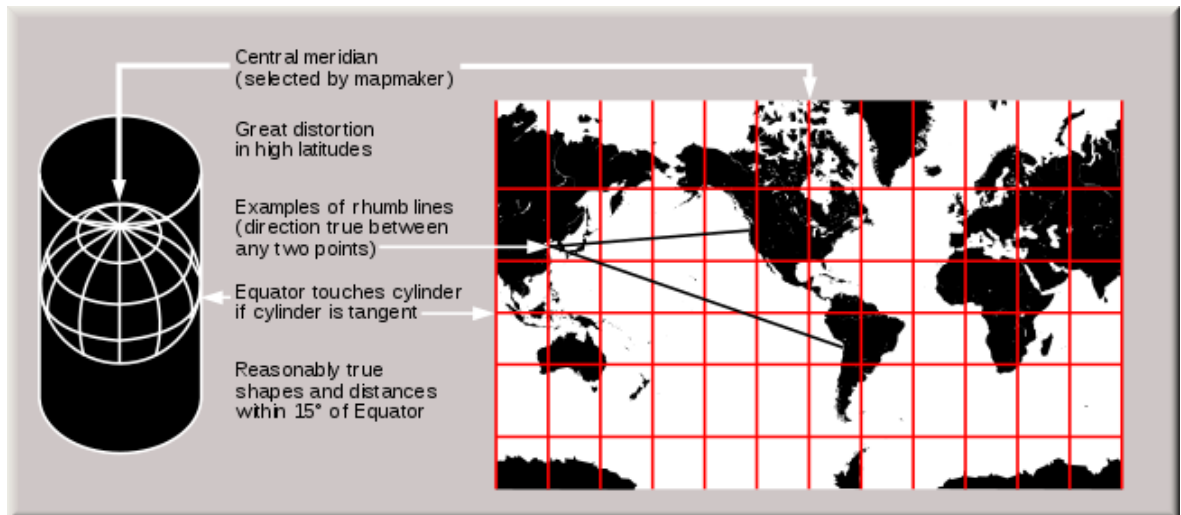
Esimerkiksi ESRI:n, Bingin, OpenStreetMapin ja Googlen maailmanlaajuiset online-taustakartat käyttävät tiilitysskeemaa, jossa pienimmällä mittakaavatasolla koko projektion kuvaama maapallo mahtuu yhteen 256 x 256 pikselin kokoiseen tiileen. Näiden isojen toimijoiden vanavedessä tästä tiilitysskeemasta onkin tullut maailmanlaajuisesti yleisin tiilitasoja hyödyntävissä Internet-karttapalveluissa käytetty skeema. Tästä skeemasta puhutaan tässä työssä jatkossa ArcGIS-oletustiilitysskeemana. Kuva 2.3 havainnollistaa skeeman toimintaperiaatetta.



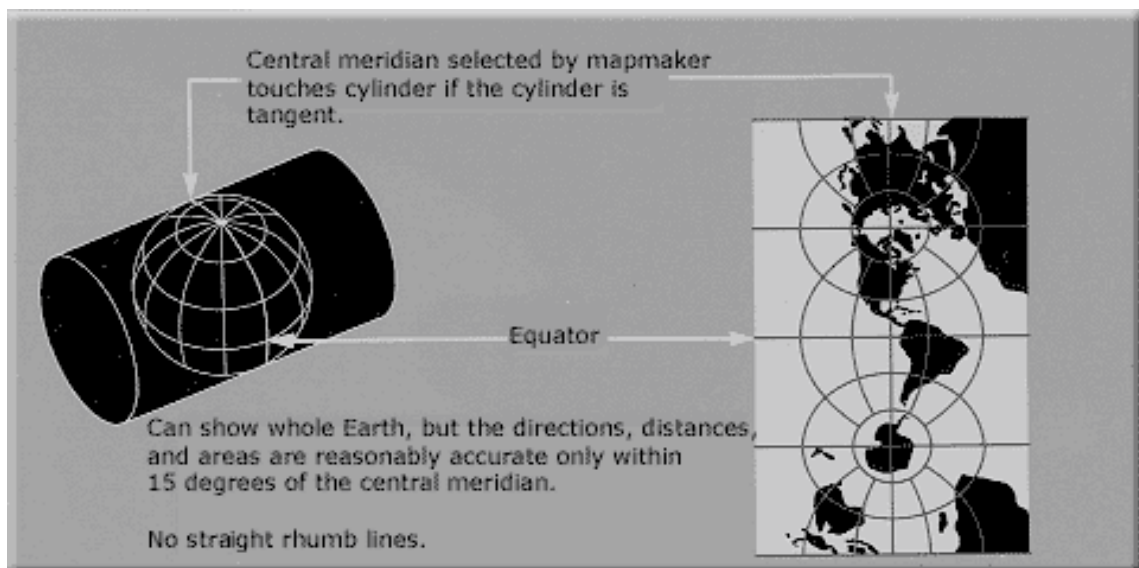
Kuva 2.3. ArcGIS-oletustiilitysskeema. Tasolla 0 maapallon kuvaaminen vie yhden tiilen, tasolla 1 neljä tiiltä, tasolla 2 16 tiiltä, tasolla 3 64 tiiltä ja niin edelleen (Raiten 2012).

ArcGIS-oletustiilitysskeemassa on käytössä Mercatorin projektioon pohjautuva Web Mercator -koordinaattijärjestelmä (EPSG:3857). Mercatorin projektio on oikeakulmainen lie-riöprojektio. Mercatorin projektiossa karttatasoksi avattava lie-riö sivuaa maapalloa päivän-tasaajaa pitkin, ja tästä syystä pinta-alat vääristyvät sitä suuremmiksi mitä kauemmaksi päiväntasaajasta mennään. Viranomaiskäytön tarkkuusvaatimuksien vuoksi pohjoisilla alueilla, kuten Suomessa, käytetään usein jotain poikittaista Mercatorin projektiota hyö-dyntävää koordinaattijärjestelmää. Poikittaisessa Mercatorin projektiossa lie-riö sivuaa jo-tain pituuspiiriä, jota kutsutaan keskimeridiaaniksi, ja tästä syystä pinta-alat vääristyvät sitä

suuremmiksi mitä kauemmaksi keskimeridiaanista mennään. Keskimeridiaanin kohdalla pinta-alavääristymää ei ole. Esimerkiksi Keravalla pohjakartan ylläpidossa käytetään yleisesti Helsingin seudun kunnissa käytössä olevaa Gauß-Krüger -projektioon pohjautuvaa ETRS89 / GK25FIN -koordinaattijärjestelmää (EPSG:3879), jossa keskimeridiaani kulkee 25 asteen pituuspiiriä pitkin (noin 5700 metriä Keravan keskustasta länteen). Kuva 2.4 havainnollistaa Mercatorin projektiota ja kuva 2.5 poikittaista Mercatorin projektiota.



Kuva 2.4. Mercatorin projektio (Yhdysvaltain geologian tutkimuskeskus 2006).



Kuva 2.5. Poikittainen Mercatorin projektio (Yhdysvaltain geologian tutkimuskeskus 2006).

3 Karttapalvelun tekninen toteutus ja aineistojen hallinta

Keravan kaupungin paikkatiedon tuotantohistoriaa ja tämänhetkisiä tuotantorutiineja koskeva tieto on kerätty Keravan kaupungin paikkatietojohtaja Ossi Örnin kanssa käydyistä keskusteluista ja haastatteluista vuoden 2016 aikana.

3.1 Yleiskuvaus projektista ja lähtötilanteesta

3.1.1 Ohjelmistojen lisensointikäytäntö

Vuonna 2011 alussa Keravalla siirryttiin kantakartan ylläpidossa Teklan Xcity-ohjelmistosta ESRI:n ArcGIS-ohjelmiston käyttöön. Aluksi Keravalla käytettiin ESRI:n ohjelmistojen yksittäislisenssejä, mutta vuonna 2012 päätettiin tarvittavien ESRI:n ArcGIS-tuotteiden lisenssien hallinnassa ottaa käyttöön yhteistyössä Järvenpään kaupungin kanssa ostettu ESRI:n ”Enterprise License Agreements”-toimintapa eli ELA-lisensointi. Kunnille tarkoitettussa ELA-lisenssissä, jota kutsutaan myös ESRI:n ArcGIS-kuntalisenssiksi, eri ESRI:n ohjelmistojen ja laajennuksien lisenssien lukumäärä määräytyy sopimuksen asiakaskunnan asukasluvun mukaan tai - kuten tässä tapauksessa - yhteisen kuntalisenssin asiakaskuntien yhteenlasketun asukasluvun mukaan. (Aaltonen 2013.) Myös Mäntsälä liittyi osaksi yhteistä kuntalisenssiä vuonna 2015.

Vuonna 2016 päätettiin lähteä kehittämään kaupungille uutta ArcGIS Online -pohjaista karttapalvelua. Uuden karttapalvelun toteutuksessa käytettiin ArcGIS Desktop -ohjelmiston ja sen laajennuksien lisenssejä sekä ArcGIS Online- ja ArcGIS Server -lisenssejä.

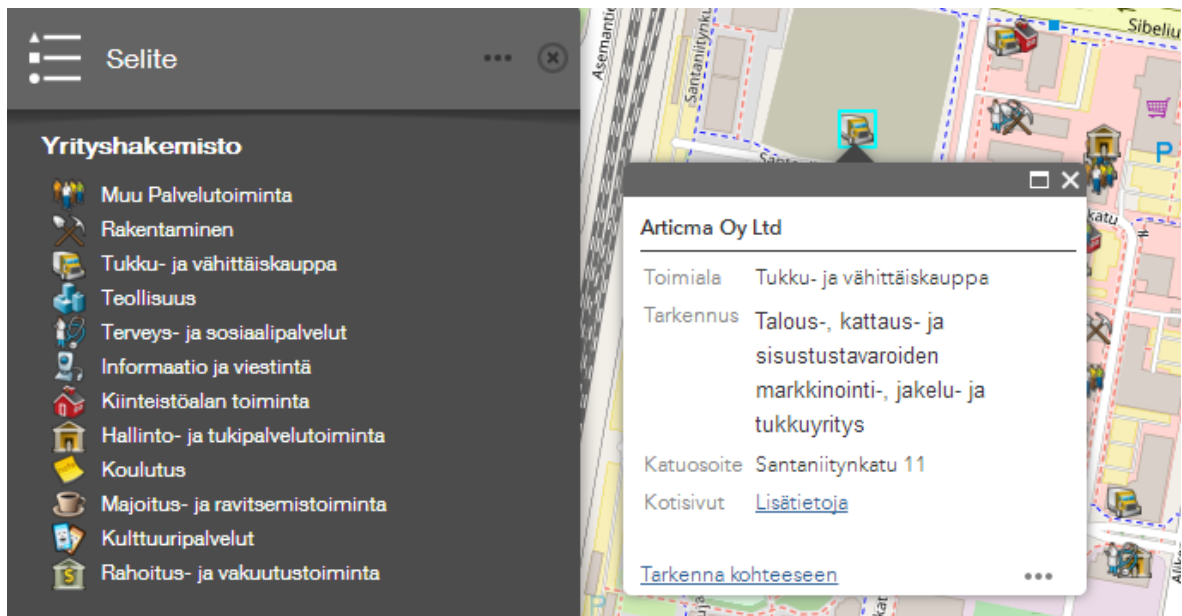
ArcGIS Desktop -ohjelmiston ja sen eri laajennuksien lisenssit ovat kantakartan, opaskartan ja muiden kaupungin paikkatietoaineistojen tuotannon ja ylläpidon kannalta oleellimmat ELA-pakettiin kuuluvat lisenssit, jotka ovat olleet alusta alkaen useiden kaupungin työntekijöiden jatkuvassa käytössä. Kantakartan ja kuntarekisterin sisältämien paikkatietojen ylläpidossa oleellinen osa on myös CGI:n tuottama ArcGIS Desktopin päällä toimiva FactaMap-laajennusosa, joka sisältää muun muassa Facta-kuntarekisteri-integraatiota hyödyntäviä toiminnallisuuksia sekä räätälöityjä työkaluja erilaisiin tiedonsiirto-operaatioihin. FactaMap-laajennusosa ei kuulu ArcGIS-kuntalisenssiin, vaan siihen on hankittu CGI:ltä oma lisenssinsä.

Järvenpään kaupunki oli jo aiemmin pystyttänyt ArcGIS Server -palvelinympäristön omaa Internet-karttapalveluaan ja rajapintajulkaisujaan varten. Tätä samaa yhteistä ArcGIS Serveriä hyödynnettiin tiettyjen aineistojen julkaisussa myös Keravan uudessa karttapalvelussa.

3.1.2 Keravan yrityshakemisto

Kerava julkaisi alkuvuodesta 2016 kaupungin yrityksiä esittelevän ArcGIS Onlinessa isännöidyn karttasovelluksen (Kuva 3.1). Hakemisto toteutettiin osana Minni Martikaisen ja Anu Quachin opinnäytetyötä (Martikainen & Quach 2016). Sovelluksessa ovat esillä yrityshakemistoon liittyneet yritykset pistemäisinä kohteina ominaisuustietoineen. Yrityshakemiston tietojen päivittäminen on kaupungin keskushallinnon alaisuudessa toimivien yrityspalveluiden vastuulla. Paikalliset yrittäjät voivat ilmoittaa yrityksensä yrityshakemistoon Webropol-lomakkeentäyttötyökalua käyttäen. Täytettyjen Webropol-lomakkeiden

perusteella kaupunki tekee muutokset ArcGIS Onlineissa isännöityyn, sovelluksen yritykset pistemäisinä kohteina sisältävään tietokantaan.



Kuva 3.1. Kuvakaappaus Keravan yrityshakemistosta.

Yrityshakemisto sai hyvän vastaanoton paikallisilta yrittäjiltä ja kaupungin työntekijöiltä (Martikainen & Quach 2016). Lisäksi ArcGIS Online osoittautui toimivaksi alustaksi Internet-karttasovelluksen julkaisuun ja pistemäisiä kohteita sisältävän paikkatietoaineiston ylläpitoon.

ArcGIS Online -pohjaisen karttapalvelun toteutuksessa positiiviset kokemukset ArcGIS Onlinen käytöstä Keravan yrityshakemiston julkaisemisen yhteydessä olivat yhtenä syynä toteutuspäätöksen taustalla, ja edelleen ylläpidossa oleva yrityshakemisto onkin mukana toteutetussa täyden sisällön karttapalvelussa yhtenä itsenäisenä karttatasonaan.

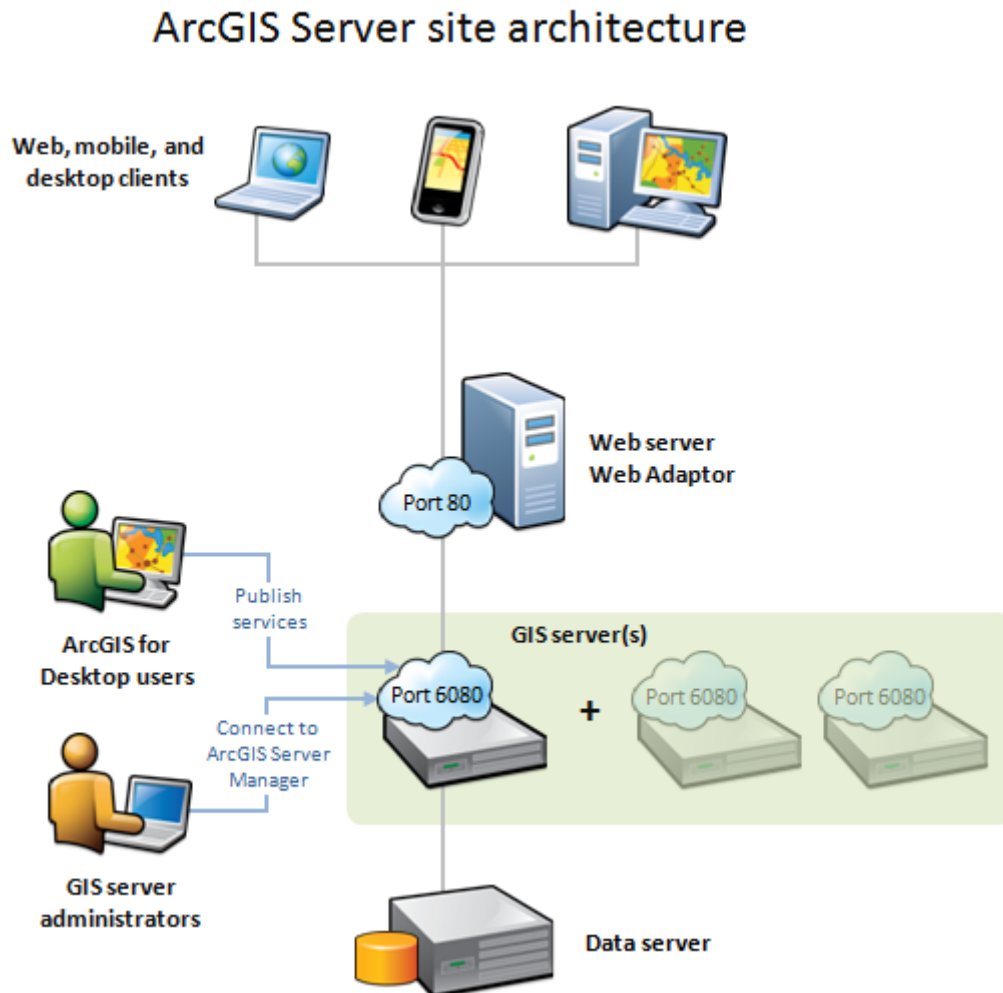
3.2 Projektissa käytetyt ohjelmistot

Karttapalvelun ja sen ylläpidon toteutuksessa käytettiin ArcGIS-alustan tuotteita ArcGIS Desktop, ArcGIS Server sekä ArcGIS Online.

ArcGIS Desktop on ESRI:n Windows-työpöytäsovellus paikkatietoaineistojen käsittelyyn ja analysointiin paikallisella työasemalla. Keravan kaupungin maankäyttöpalveluissa esimerkiksi kaikki kaavan pohjakartan editointi ja pohjakarttaotteet toteutetaan ArcGIS Desktopia ja sen päällä toimivaa FactaMap-laajennusosaa käyttäen. Karttapalvelussa esillä olevista aineistoista valtaosaa on editoitu tai konvertoitu ArcGIS Desktopia käyttäen. Monen karttatason kohdalla myös kuvaustekniikka on määritelty ArcGIS Desktopilla. Lisäksi karttapalvelussa tiettyjen karttatason ylläpito on toteutettu ajastetusti joka yö ArcPy-kirjastoa käyttäen. ArcPy on Python-ohjelmointikielellä toteutettu kirjasto, jonka avulla voi suorittaa tiettyjä ArcGIS Desktopin toimintoja komentorivipohjaisesti.

ArcGIS Server on ESRI:n palvelinohjelmisto, jonka avulla voi julkaista ja ylläpitää palvelimella isännöityjä paikkatietopohjaisia www-sovelluspalveluita (engl. web service) (ESRI 2017c). Järvenpään kaupunki oli jo aiemmin pystyttänyt ArcGIS Server -

palvelinympäristön omaa Internet-karttapalveluaan ja rajapintajulkaisujaan varten. Tätä samaa yhteistä ArcGIS Serveriä hyödynnettiin tiettyjen aineistojen julkaisussa myös Keravan uudessa kartta-palvelussa. Palvelinympäristö on esitetty ArcGIS Server -dokumentaatioissa (Kuva 3.2).



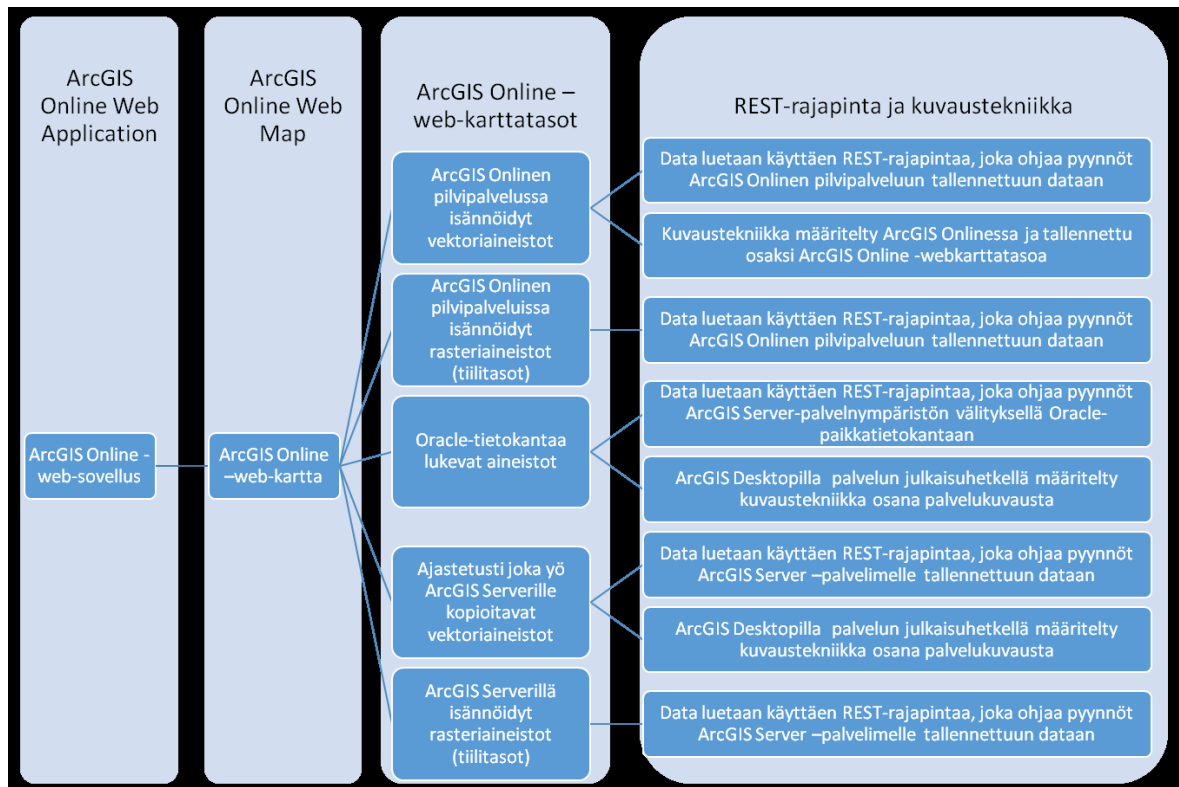
Kuva 3.2. ArcGIS Server -palvelinympäristön arkkitehtuuri (ESRI 2017d).

Palvelinympäristö on toteutettu niin, ArcGIS Server -palvelimella isännöidyt www-sovelluspalvelut ovat käytettävissä suoraan palvelimelta ainoastaan Järvenpään, Keravan ja Mäntsälän yhteisessä sisäverkossa porttia 6080 käyttäen. Nämä palvelut jaetaan ulos standardin http-portin 80 kautta käyttäen eri palvelimelle asennettua ArcGIS Web Adaptoria, joka välittää www-sovelluspalveluihin kohdistuvat pyynnöt ArcGIS Server -palvelimelle.

ArcGIS Online on paikkatietoaineistojen käsittelyyn, analysointiin ja hyödyntämiseen tarkoitettu selainpohjainen verkossa toimiva Software as a Service -tyyppinen ohjelmisto. Keravan karttapalvelussa ArcGIS Onlinea on ennen kaikkea hyödynnetty sovelluksen rakentamisessa ArcGIS Onlinen Web AppBuilder -toiminnallisuutta käyttäen. Kyseessä on selainpohjainen intuitiivisuuteen nojaava visuaalinen käyttöliittymä, joka generoi sovelluksen lähdekoodin käyttäjän valintojen mukaan. (ESRI 2017e ja ESRI 2017f.)

3.3 Karttapalvelun arkkitehtuuri

Kuva 3.3 esittää karttapalvelun rakennetta.



Kuva 3.3. Karttapalvelun arkkitehtuuri.

Itse karttapalvelun URL <http://kartta.kerava.fi/> ohjaa ArcGIS Onlinen pilvipalvelussa isännöityyn selainpohjaiseen sovellukseen. Sovellusta hallitaan ArcGIS Online Web AppBuilder -käyttöliittymällä, jolla voidaan mm. valita ja konfiguroida sovelluksessa käytettävissä olevat pienoishjelmat ja vaikuttaa sovelluksen ulkoasuun.

Web AppBuilder -käyttöliittymällä toteutetut 2D-sovellukset rakennetaan aina ArcGIS Online -web-kartan päälle. Sovelluksessa käytettävissä olevat aineistot - oletustaustakartta sekä käytettävissä olevat karttatasot kuvaustekniikoinen ja ponnahdusikkunoinen - määräytyvät web-kartan sisällön mukaan. Web-kartassa on käytännössä kyse tekstimuotoisesta JSON-tiedostosta, jossa tietyt kartan ominaisuudet on määriteltä ESRI:n standardin mukaisesti. Web-karttaa hallitaan ArcGIS Onlinen web-kartan tarkastelunäkymässä eli Web Map Viewer'issä. (ESRI 2017g.)

Taulukossa 3.1 ja luvussa 3.5 olen ryhmitellyt karttapalvelussa olevat karttatasot aineistolähteen mukaan ArcGIS Onlinen pilvipalvelussa isännöityihin vektoriaineistoihin, ArcGIS Onlinen pilvipalvelussa isännöityihin rasteriaineistoihin, Oracle-tietokantaa lukeviin aineistoihin, ArcGIS Serverille kopioitaviin vektoriaineistoihin sekä ArcGIS Serverillä isännöityihin rasteriaineistoihin.

Taulukko 3.1. Karttapalvelun karttatasojen ryhmittely aineistolähteen mukaan.

ArcGIS Onlinessa isännöidyt rasteriaineistot (ei päivitetä)	ArcGIS Serverillä isännöidyt rasteriaineistot (päivitys muutamia kertoja vuodessa)	ArcGIS Onlinessa isännöidyt vektoriaineistot (päivitys ja ylläpito useiden eri toimialojen vastuulla)	Oracle-tietokantaa lukevat aineistot (päivitys jatkuva ja Maankäyttöpalveluiden vastuulla)	ArcGIS Serverille kopioitavat vektoriaineistot
Ortoilmakuvat	Ajantasa- asemakaava	Palautteet	Kantakartta (+ osoitenumerot)	Perusrekisteritiedot
Yleiskaava 2020	Opaskartta	Kaavahankkeet	Virastokartta	Kiinteistörajat ja -tunnukset
		Keravan yrityshakemisto	Kaupungin maanomaisuus	Lääkärialueet
		Myytävät yritystontit	Maanpinnan korkeus	Johtotiedot
		Luovutettavat omakotitontit	Palvelukohteet	
			Kiintopisteet	
			Asemakaavat ja kaavamääräykset	
			Rakentamisohjeet	
			Kaupunginosat	

3.4 Karttatasojen aineistojen hallinta ja kuvaustekniikoiden määrittely

3.4.1 Rasteriaineistot: tiilitasot

Projektia aloitettaessa ajatus oli, että pyritään hyödyntämään ESRI:n tarjoamaa pilvipalvelua niin paljon kuin mahdollista, joten rasteriaineistojen tarjoaminen ArcGIS Onlinessa oli projektin yksi ensimmäisistä tutkittavana olleista asioista. Ainoa tapa julkaista rasteriaineistoja ArcGIS Onlinessa isännöitynä on tiilitettyjen karttatasojen (engl. tile layer) käyttö.

Alun perin suunniteltiin, että Keravan karttapalvelun tiilitasoissa käytettäisiin ArcGIS-oletustiilitysskeemaa. Näin mahdollistettaisiin lukuisten ESRI:n ylläpitämien tiilitasojen käyttö osana karttapalvelua. Toisekseen ETRS89 / GK25FIN -koordinaattijärjestelmää käyttävää tiilitysskeemaa ei ollut tiettävästi ennestään saatavilla.

Ensin tasoja yritettiin julkaista ArcGIS-oletustiilitysskeemalla käyttäen lähteenä GK25:ssä olevaa dataa ArcGIS:in dokumentaation mukaisesti (ESRI 2017h). Tällöin Manage Tile Cache -geoprosessointityökalu suorittaa koordinaatistomuunnoksen automaattisesti taustalla tiilien laskemisen yhteydessä. Tällöin kuitenkin input-datan ollessa rasterimuotoista,

lopputulos oli joka mittakaavatasolla todella rakeinen johtuen projektiomuunnoksen aiheuttamasta pinta-alan venyttämisestä. Kuva 3.4 havainnollistaa tätä vääristymää.



Kuva 3.4. Vasemmalla alkuperäinen GK25:ssä oleva näkymä. Oikealla automaattisesti tiilien laskemisen yhteydessä suoritettun koordinaattimuunnoksen jälkeinen näkymä.

Etelä-Suomen leveysasteilla Mercator-projektion aiheuttama pinta-alavääristymä on noin nelinkertainen - paikallisesti vääristymä on siis kaksinkertainen sekä pituussuunnassa että leveyssuunnassa. Kerroin saadaan laskutoimituksella $1/\cos(x)$, jossa x = leveyspiiri asteina (ESRI 2009). Siksi koordinaatistomuunnos päätettiin tehdä manuaalisesti alkuperäiselle rasteriaineistolle jo ennen tiilitystä niin, että muunnoksen lopputuotteena syntyy Web Mercator -koordinaattijärjestelmässä oleva rasteritiedosto, jonka resoluutio on sekä pituus- että leveyssuunnassa noin kaksinkertainen alkuperäiseen GK25:ssä olevaan rasteritiedostoon nähden. Tällöin Mercator-projektion aiheuttamasta vääristymästä huolimatta tämän lopputuotetiedoston tarkastelunäkymä näytöllä vastaa tarkkuudeltaan alkuperäistä, ja käytettäessä tiedostoa input-datana tiilien luonnissa, myös tiilien laskennan lopputulos on näytön tarkastelunäkymässä silmämääräisesti yhtä laadukas kuin alkuperäistä GK25:ssä olevaa rasteritiedostoa tarkasteltaessa.

Koko prosessi koordinaatistomuunnoksineen ja ArcGIS:in dokumentaation vaiheiden läpikäynteineen on paljon aikaa vievä, ja aineistosta riippuen eri vaiheiden suorittaminen voi sisältää tuntikausia kestäviä, runsaasti prosessointitehoa vaativia vaiheita. Karttapalvelun tiilitasoista ortoilmakuvat sekä Yleiskaava 2020 ovat kertaluontoisesti prosessoituja karttataseja, joten näiden kohdalla työläs ja aikaa vievä prosessointi ei ollut ongelma. Kuitenkin myös karttapalvelun taustakarttana toimivan opaskartan sekä ajantasa-asemakaavan (osin skannattua GK25:ssä olevaa rasteriaineistoa) julkaisu oli palvelun toiminnan nopeuden varmistamisen takia välttämätöntä toteuttaa tiilitettyinä karttatasoina. Näitä molempia on välttämätöntä päivittää useita kertoja vuodessa. Tasojen päivittämiseen Web Mercator -projektiota käyttäviksi tiilitasoiksi tehtiinkin kaikki vaiheet sisältävät päivitysohjeet.

Työlään päivittämisen lisäksi havaittiin jossain vaiheessa, että Web AppBuilder -käyttöliittymän tulostustyökalu ei ottanut projektion aiheuttamaa vääristymää huomioon mittakaavaan tulostaessa. Tämä nähtiin ongelmalliseksi, koska mittakaavaan tulostettavat PDF-tiedostot nähtiin yhtenä keskeisenä karttapalvelun toiminnallisuutena.

Näiden kahden ongelman takia päätettiin lähteä tekemään tiilitasoja omalla GK25:ssä olevalla skeemalla, joka luotiin ArcGIS:in dokumentaatiota noudattaen *Generate Tile Cache*

Tiling Scheme -geoprosessointityökalulla (ESRI 2017i). Suurimmaksi mittakaavatasoksi valittiin taso, jossa yksi pikseli vastaa viittä senttiä maastossa pituus- ja leveyssuunnassa. Windowsin standardi-ppi-arvolla (pikseliä tuumaa kohden, engl. pixels per inch) 96 tämä tarkoittaa pyöreästi mittakaavaa 1:188,976. Tästä käytettävät mittakaavatasot pienenevät aina puolittuen 1:377,952; 1:755,904 jne. Vastaavasti yhden pikselin koko kartalla pituus- ja leveyssuunnassa kasvaa mittakaavan asteittain pienentyessä 0,1 m; 0,2 m; 0,4 m; 0,8 m jne. Tiilitysskeema käyttää JPEG -tallennusformaattia kompressioarvolla Q=80. Yhden tiilen koko on 256 x 256 pikseliä.

Mittakaavatasot valikoituivat ensimmäisen käsitellyn lähtöaineiston - Keravan vuonna 2015 tuotetun ortoilmakuvan - perusteella. Tässä aineistossa yksi pikseli vastasi skeemassa käytettyä 0,05 m x 0,05 m -kokoista aluetta. Tiilien tallennusformaatti valikoitui suoritettujen testausten perusteella eräänlaisena kompromissina, tavoitteena pitää tiilien koko tavuina pienenä, mutta samalla saada aikaan optisesti mahdollisimman häviöttömältä vaikuttava lopputulos. Tiilien koko 256 x 256 pikseliä valikoitui käytettäväksi, koska ArcGIS-oletustiilitysskeema käyttää tätä samaa kokoa.

ArcGIS Serverillä isännöidyt tiilitasot

Alun perin tarkoituksena oli, että kaikki tiilitasot olisivat isännöitynä ArcGIS Onlinessa - myös usein päivitettävät opaskartta ja ajantasa-asemakaava. Työnkulku näiden päivitettävien tiilitasojen ylläpitoon ArcGIS Onlinessa isännöitynä oli jo suunniteltu (kahteenkin kertaan: sekä ArcGIS-oletustiilitysskeemalla että itse tehdyllä GK25-skeemalla), mutta koska ArcGIS Onlineen kertaalleen jo julkaistun tiilitason päivittäminen osoittautui työlääksi, useita työvaiheita sisältäväksi prosessiksi, niin alettiin tutkia ArcGIS Serverin tarjoamia mahdollisuuksia rasteriaineistojen julkaisemisessa.

Selvisi, että ArcGIS Serverille tiilitason julkaiseminen suoraan MXD-tiedostosta on hyvin suoraviivaista, ja mikä tärkeintä, tiilien päivittäminen on ylläpitäjän kannalta todella nopeaa ja sisältää käytännössä vain yhden työvaiheen. ArcGIS Serverillä isännöidyillä karttatasoilla on osana niiden palvelumäärittystä lähtöaineiston sijainti (tietokanta, verkkolevy tai kiintolevy). Tämän takia niiden päivittäminen onnistuu yksinkertaisesti *Manage Map Server Cache Tiles* -työkalulla, jolla annetaan käsky ArcGIS Serverille laskea tiilet uudestaan ja ylikirjoittaa vanhat tiilet (ESRI 2017j).

Opaskartan kuvaustekniikka periytyy 1: 10 000 mittakaavan opaskarttatulosteissa käytetävästä MXD-dokumentista, ja se koostuu seuraavista ylätasosta piirtojärjestyksessä päällimmäisestä alimmaiseen (suluissa tason/tasojen nimet ArcGIS Server -palveluhakemistossa puolipisteellä eroteltuna):

- kuntaraja (opas_kuntaraja_viiva)
- sähköjohtoverkot (DBO.opas_Sahkojohtoverkot_viivat)
- tekstit (opas_tekstit; opas_anno_nimisto)
- rautatie (opas_tiestö_viivat_rautatie)
- tieliikenneverkot (tieliikenneverkot_keskilinjat)
- ojat (opas_ojat_viivat)
- rakennukset (opas_rakennukset_alueet)
- maankäyttö (opas_maankäyttö_alueet)
- tausta (opas_tausta_alue).

Kuntarajan lähteenä on kiinteistönmuodostuksessa Oracle-paikkatietokannassa ylläpidettävä kiinteistöt_viiivat -kohdeluokka.

Sähköjohtoverkoissa on kuvattuna ainoastaan ilmajohdot, jotka ovat osin Fingridin ja osin Keravan energian omistuksessa.

Opaskartalla on tekstinä esitettynä osoitenumeroja, teiden nimiä, paikkojen nimiä, rakennusten nimiä sekä vesistöjen nimiä. Pienen julkaisumittakaavan (1:10 000) vuoksi fonttikoko on suuri, ja siksi kartalla ei voida esittää kuin pieni osa siitä tekstimäärästä, mitä esimerkiksi kantakartalla voidaan esittää. Näytettäviä tekstejä valitessa pyritään valikoimaan opaskartan käytön kannalta oleelliset tekstikohteet ja esimerkiksi osoitenumeroista lähinnä risteysalueiden kohteet. Lisäksi tekstejä ylläpidettäessä joudutaan suorittamaan manuaalista asettelua.

Rautatie on opaskartassa kuvattu yksinkertaistettuna viivasymbolina, eikä vaadi ylläpitoa toimia.

Tieliikenneverkkojen keskilinjat saadaan maastomittauksista, ilmakuvista digitoimalla sekä osin kaavoista digitoimalla. Opaskartassa teiden keskilinjat ja topologioita voidaan joutua vääristämään kuvausteknisistä syistä ruuhkautumisen estämiseksi. Teiden keskilinjat pidetään yllä myös sijaintitiedoiltaan ja topologiaaltaan täysin paikkansapitävää tietokantataulua.

Ojissa on kuvattuna muutama huomattavan leveä oja. Taso ei ole vaatinut ylläpitotoimia vuosikausiin.

Opaskartalla suurinta osaa rakennuksista ei ole kuvattu lainkaan erillisinä kohteinaan. Esitetyt rakennukset pitävät sisällään lähinnä kaikkein isoimmat rakennukset, julkiset rakennukset sekä joitain maamerkkejä.

Maankäyttö on kuvattu opaskartassa tietyin värikoodein. Maankäytön alueet määräytyvät asemakaavoitetuilla alueilla kaavassa määrätyn korttelin käyttötarkoituksen mukaan. Myös aluerajaukset saadaan kaavasta. Kaava-alueen ulkopuolella niityt, pellot ja vesialueet saadaan maastomittauksista tai ilmakuvista digitoimalla.

Tausta muodostuu koko kunnan peittävästä vihreästä alueesta, jossa vihreä symboloi metsää. Alue ylettyy reunoiltaan noin 500 metriä kunnan rajojen ulkopuolelle. Tämä taso on piirtojärjestyksessä kaikkein alimmaisimpana, joten kaikki ne alueet, joiden päällä ei ole mitään maankäyttöä tai muutakaan kohdetta - esimerkiksi tietä tai rakennusta - ovat oletusarvoisesti metsää.

Kaikki opaskartalla kuvattava data luetaan Keravan Oracle-paikkatietokannasta. Opaskarttaan tehtyjen muutosten jälkeen karttapalvelun tiilitason päivittäminen suoritetaan Manage Map Server Cache Tiles -työkalulla, jolla annetaan käsky ArcGIS Serverille laskea tiilet uudestaan ja ylikirjoittaa vanhat tiilet.

ArcGIS Serverillä julkaistu ja ArcGIS Web Adaptorilla http-portista 80 jaettu opaskartan tiilitason palveluhakemisto kaikkine tietoineen löytyy URL-osoitteesta

http://rajapinta.jarvenpaa.fi/arcgis/rest/services/Kerava_karttapalvelun_testaus/Kerava_opaskartta_uusi_GK25/MapServer.

Ajantasa-asemakaava koostuu kahdesta osasta: vektoritasosta ja rasteritasosta. Näiden ylläpidon työnkulku on määritetty Keravalla vuonna 2015 osana Toni Rantasen opinnäytetyötä. (Rantanen 2015.)

Vektoritaso sisältää kaikki kaavoittajien AutoCAD-ohjelmistolla DWG-formaatissa piirittämät kaavat. Kohteet tuodaan verkkolevyllä ylläpidettävään filegeodatabase-paikkatietokantaan CAD to Geodatabase -geoprosessointityökalulla.

Rasteritaso on vanhoista, lainvoimaisista kaavoista skannatuista rasteritiedostoista muodostettu kokoelma, joita ns. kumitetaan PaintShop Pro -ohjelmaa käyttäen sitä mukaa kun uusia asemakaavoja piirretään vanhojen päälle asemakaavan muutosten yhteydessä.

Vektoritasosta ja rasteritasosta tuotetaan ArcGIS Server -palvelimen kiintolevyllä yksi iso rasteritiedosto ArcGIS Desktopin Export Map -toiminnallisuudella. Päivityksen yhteydessä vanha kiintolevyllä oleva rasteritiedosto ylikirjoitetaan. Ajantasa-asemakaava-tiilitaso käyttää tätä rasteritiedostoa aineistolähteenään. Kuten opaskartankin tapauksessa, tiilitason päivittäminen suoritetaan Manage Map Server Cache Tiles -työkalulla, jolla annetaan käsky ArcGIS Serverille laskea tiilet uudestaan ja ylikirjoittaa vanhat tiilet.

ArcGIS Serverillä julkaistu ja ArcGIS Web Adaptorilla http-portista 80 jaettu ajantasa-asemakaavan tiilitason palveluhakemisto kaikkine tietoineen löytyy URL-osoitteesta http://rajapinta.jarvenpaa.fi/arcgis/rest/services/Kerava_karttapalvelun_testaus/Kerava_ajantasa_asemakaava_uusi_GK25/MapServer.

ArcGIS Onlinessa isännöidyt tiilitasot

Ortoilmakuvat 2012, 2015 ja 2016 sekä Yleiskaava 2020 -tiilitaso jäivät isännöitynä ArcGIS Onlineen alkuperäisen suunnitelman mukaisesti. Tämän lisäksi Keravalla Maankäyttöpalveluiden henkilökunta on omatoimisesti vienyt vanhempia ortoilmakuvia isännöitynä tiilitasoina ArcGIS Onlineen jälkeensä ArcGIS:in dokumentaation pohjalta tehdys- sä ohjeessa kuvattua työnkulkua käyttäen (ESRI 2017h). Marraskuun 2017 loppuun mennessä karttapalveluun oli viety uusina tiilitasoina vuosien 2011, 2009, 2006, 1978 ja 1964 ortoilmakuvat.

3.4.2 ArcGIS Onlinen pilvipalvelussa isännöidyt vektoriaineistot

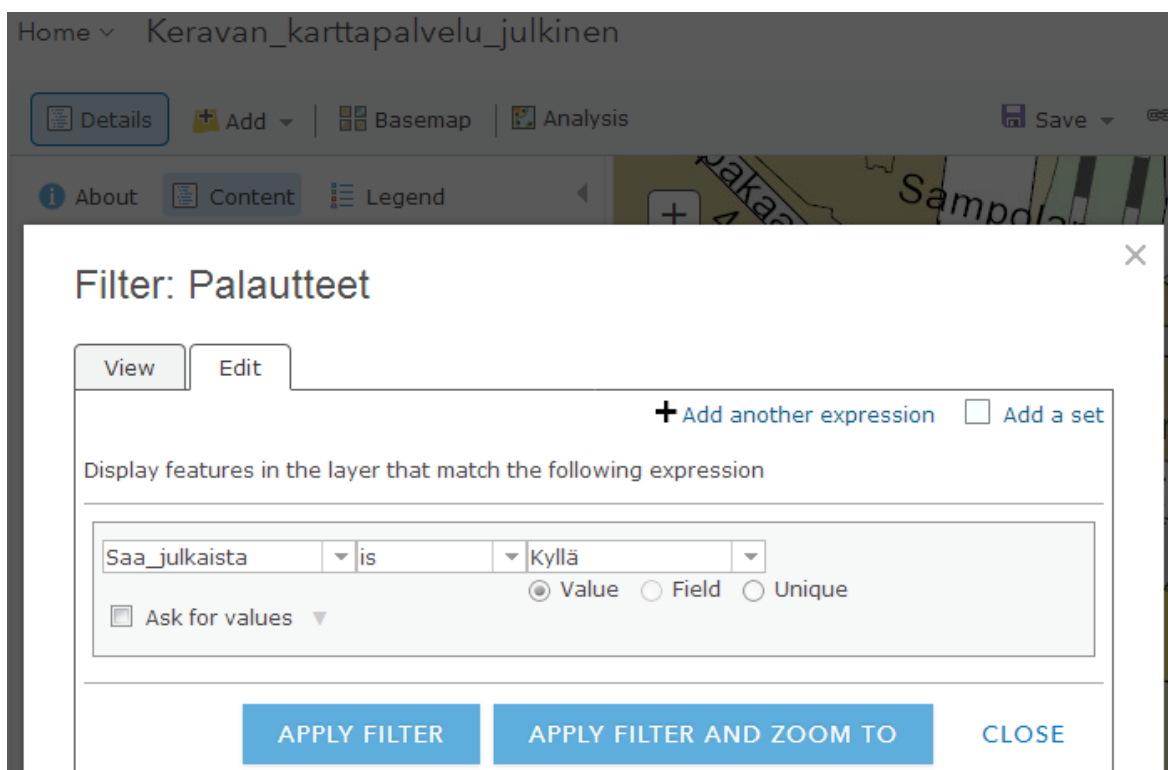
ArcGIS Onlinen pilvipalvelussa isännöidyillä vektoriaineistolla viitataan vektorimuotoisiin aineistoihin, joita ylläpidetään ainoastaan ArcGIS Onlinessa. Näiden karttatasojen kohdalla kaikki data on tallennettuna ArcGIS Onlinen pilvipalveluun, ja datan editointi tapahtuu ArcGIS Online Web Map Viewer -käyttöliittymällä. Tähän luokkaan kuuluvat seuraavat karttapalvelun karttatasot:

- palautteet
- kaavahankkeet
- Keravan yrityshakemisto
- myytävät yritystontit
- luovutettavat omakotitontit.

Palautteet

Palautteet ovat pistemäisistä kohteista muodostuva aineisto, joka täydentyy sitä mukaa kun käyttäjät jättävät kartalle lisäävää palautetta karttapalvelun kautta. Käyttäjä voi jättää palautetta klikkaamalla ”Anna palautetta” -painiketta aloitusnäytymän info-ikkunasta, karttapalvelun käyttöliittymän yläaidan työkalupalkista tai ”Tietoja”-työkalun takaa. Nämä kaikki kolme painiketta ohjaavat ESRI:n GeoForm-sovelluspohjalla toteutettuun sovellukseen, jossa käyttäjä lomakkeen kysymyksiin vastaamalla luo uuden kohteen aineistoon. Maankäyttöpalveluista ohjataan uudet palautteet aiheen mukaan käsiteltäviksi joko kuntateknisiin palveluihin, kaupunkisuunnitteluun tai vesihuoltoon.

Kuvaustekniikkana on ympyrä, jonka väritys määräytyy palautteen aiheen mukaan. Ympyrän halkaisija on 16 pikseliä, jota reunustaa paksuudeltaan 2 pikseliä oleva vaaleanharmaa kehys. Kaikki palautteet, joiden kohdalla käyttäjä on kysymyksen ”*Saako palautteesi julkaista karttapalvelussa?*” kohdalla ”Ei”, on piilotettu Web Map Viewer’in suodatustoiminnoilla, käyttämällä lauseketta ”*Saa_julkaista is Kyllä*” ehtona kohteiden piirtoon. Kuvassa 3.5 on kuvakaappaus ArcGIS Onlinen Web Map Viewer’in suodatusominaisuuden käyttöliittymänäkymästä.

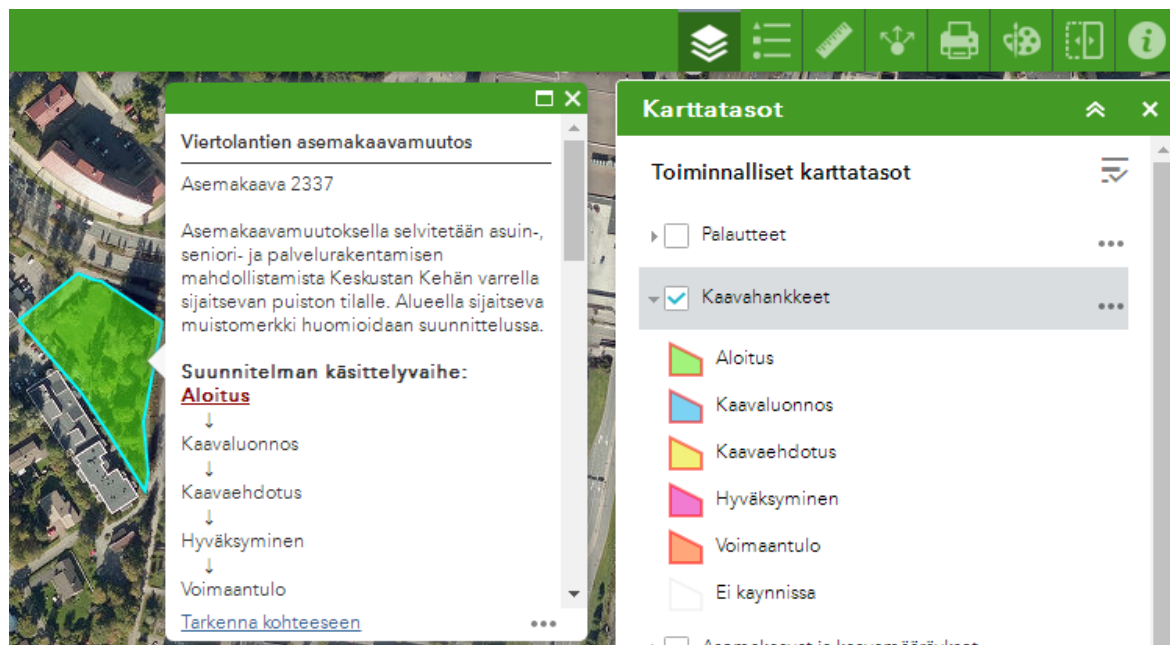


Kuva 3.5. Web Map Viewer'in suodatusominaisuuden käyttöliittymänäkymä (kuvakaappaus).

Kaavahankkeet

Kaavahankkeet ovat aluemaisista kohteista muodostuva aineisto. Jokainen kaavoittaja pitää yllä omia hankkeitaan, ja kohteiden editointi tapahtuu ArcGIS Online Web Map Viewer'issä. Ominaisuustietona kaavahankkeille syötetään nimi, numero, sanallinen kuvaus, käsittelyvaihe, vastaavan kaavoittajan yhteystiedot, käsittelyvaiheiden alku- ja loppupäivämäärät sekä linkit kaavadokumentteihin.

Kuvaustekniikka sovittiin yhteisesti kaupunkisuunnittelun edustuksen kanssa. Kohteiden täyttöväri määräytyy käsittelyvaiheen mukaan, ja kohteilla on 2 pikselin paksuinen punainen ääriivi. Tason oletusläpinäkyvyysaste on n. 50 %. Kuvassa 3.6 on kuvakaappaus näkymästä, jossa kaavahankkeen ponnahdusikkuna on avattu klikkaamalla aluetta.



Kuva 3.6. Kuvakaappaus näkymästä, jossa kaavahankkeen ponnahdusikkuna on avattu klikkaamalla aluetta.

Keravan yrityshakemisto

Keravan yrityshakemisto luotiin ArcGIS Onlineen omana karttatasonaan Keravan yrityshakemisto -palvelun julkaisun yhteydessä. Tästä hankkeesta kerrotaan lisää luvussa 3.1.2. Yrityshakemisto sisältää nimensä mukaisesti keravalaisia yrityksiä pistemäisinä kohteina. Yrityshakemiston tietojen päivittäminen on kaupungin keskushallinnon alaisuudessa toimivien kaupungin yrityspalveluiden vastuulla. Paikalliset yrittäjät voivat ilmoittaa yrityksensä yrityshakemistoon Webpropol -lomakkeentäyttötyökalua käyttäen, johon löytyy linkki kaupungin yrityspalveluiden Internet-sivuilta. Täytettyjen Webpropol-lomakkeiden perusteella aineistoa editoidaan ArcGIS Onlinen Web Map Viewer'ia käyttäen. Ominaisuustietoina kohteilla on nimi, toimiala, mahdollinen toimialan tarkennus, katuosoite sekä linkki yrityksen Internet-sivuille.

Tason kuvaustekniikkaa ei ole muutettu karttapalvelun pystyttämisen yhteydessä, vaan käytössä ovat alkuperäistä Keravan yrityshakemisto -sovellusta varten luodut, toimialan mukaan määräytyvät piktoگرامmi-tyyppiset symbolit kohteille.

Myytävät yritystontit

Myytävät yritystontit ovat aluemaisista kohteista muodostuva aineisto, jonka ylläpidosta vastaa kaupungin yrityspalvelut. Aineistoa editoidaan ArcGIS Onlinen Web Map Viewer'ia käyttäen. Karttatason luotaessa annettiin aineistolle ominaisuustietokentät yrityspal-

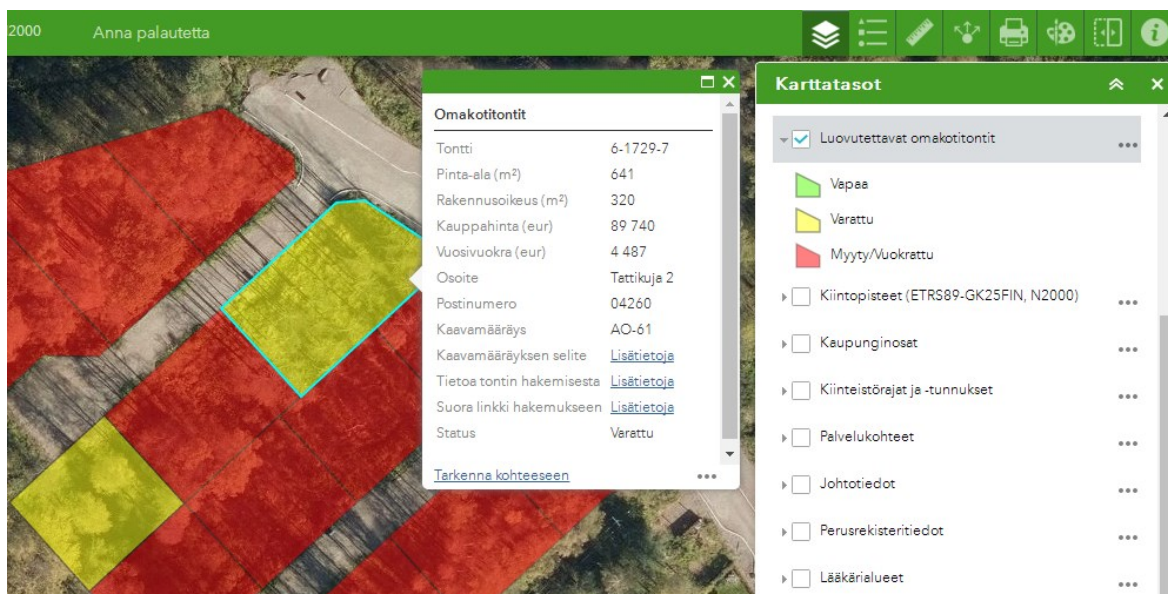
veluiden toiveiden mukaisesti; alue, katuosoite, postinumero, kaupunki, tontin pinta-ala, rakennusoikeus, kaavamerkintä, myyntihinta ja yhteystietokenttä.

Kuvaustekniikkana alueilla on sininen täyttö ja yhden pikselin paksuinen musta ääriiviiva. Tason oletusläpinäkyvyysaste on 50 %.

Luovutettavat omakotitontit

Luovutettavat omakotitontit ovat aluemaisista kohteista muodostuva aineisto, jonka ylläpidosta vastaa kaupungin maapolitiikan toimialayksikkö. Aineistoa editoidaan ArcGIS Online Web Map Viewer'ia käyttäen. Karttatasoa luotaessa annettiin aineistolle ominaisuustietokentät maapolitiikan toiveiden mukaisesti; tontin numero, pinta-ala, rakennusoikeus, kauppahinta, vuosivuokra, katuosoite, postinumero, kaavamääräys, linkki kaavamääräyksen selitteeseen, linkki tontinhakemisesta lisätietoja antavalle Internet-sivulle, suora linkki hakemukseen sekä tontin status (vapaa, varattu tai myyty/vuokrattu).

Kohteiden täyttöväri määräytyy tontin statuksen mukaan; vapaiden tonttien väritys on vihreä, varattujen tonttien väritys on keltainen ja myytyjen tai vuokrattujen tonttien väritys on punainen. Kohteilla on yhden pikselin paksuinen musta ääriiviiva. Tason oletusläpinäkyvyysaste on 50 %. Kuvassa 3.7 on kuvakaappaus karttapalvelun näkymästä, jossa varatun tontin tiedot sisältävä ponnahdusikkuna on avattu klikkaamalla tonttia.



Kuva 3.7. Kuvakaappaus karttapalvelun näkymästä, jossa varatun tontin tiedot sisältävä ponnahdusikkuna on avattu klikkaamalla tonttia.

3.4.3 Oracle-tietokantaa lukevat vektoriaineistot

Keravalla on käytössä CGI:n pystyttämä Oracle-tietokanta, joka sisältää

- Facta-kuntarekisterin kaikki tietokantataulut (rekisteritietoja liittyen kiinteistöihin, rakennuksiin ym.)
- ESRI:n ”Geodatabase in Oracle” -ratkaisu, joka pitää sisällään kaikki kantakartan, virastokartan, opaskartan ja muiden aineistojen kohteet, joita editoidaan ArcGIS Desktopia käyttäen (ESRI 2017k).

Tässä alaluvussa esitellään karttapalvelun karttatasot, joissa ArcGIS Serverille julkaistu palvelu lukee suoraan Oracle-paikkatietokannan dataa. Kaikki palvelut on julkaistu MXD-dokumenteista ArcGIS Desktopia käyttäen ArcGIS:in dokumentaation mukaisesti (ESRI 2017).

Kantakartta

Kantakartta on perinteisesti kaavoituksessa asemakaavan pohjakarttana sekä kiinteistötoimituksissa käytettävä tuote. Kaavan pohjakartan tietosisältö ja tarkkuusvaatimukset on määriteltä JHS 185:ssä. Keravalla käytettävä mittausluokka on 1e, joka mahdollistaa kantakartan tietojen käytön myös suurta tarkkuutta edellyttävässä teknisessä suunnittelussa. (JHS 185 2014.) Kantakarttaa on Keravalla ylläpidetty eri aikoina eri menetelmin. Ylläpito on jatkuvaa ja käsittää koko kaupungin alueen.

Ennen vuotta 1999 ylläpito tapahtui piirtämällä kartoitusten tulokset graafisella menetelmällä - eli tussilla piirtäen - karttalehtimuoveille joiden mittakaava oli 1:500. Kartoitukset toteutettiin maastomittauksina tai stereokartoituksina, ja osa mittauksista tilattiin konsulteilta.

Vuonna 1999 kantakartan aineisto digitoitiin muoveilta Teklan Xcity-tietokantaan. Tämän jälkeen kantakartan ylläpito on ollut täysin digitaalista takymetrejä ja GNSS-teknologiaa käyttäen. Tiedonsiirto tapahtuu sähköisesti mittauslaitteilta työasemalle 3D-Win-ohjelmistolla käsiteltäväksi, ja siitä edelleen Oracle-tietokantaan. Digitalisoinnin jälkeen kantakartan ylläpito on ollut täysin Keravan kaupungin omissa käsissä, eikä mittauksia enää tarvitse tilata konsulteilta.

Vuonna 2011 kantakartan ylläpidossa siirryttiin Xcity-ohjelmistosta ja -tietokannasta nykyiseen Oracle-tietokantaan ja ArcGIS-ohjelmistojen käyttöön. Siirtymä toteutettiin yhteistyössä CGI:n kanssa.

Kantakartta sisältää sijaintitiedoiltaan eksakteja kohteita, lähes eksakteja kohteita sekä vapaasti sijoitettavissa olevia maanpinnan merkkejä ja tekstikohteita. Eksaktien kohteiden sijaintitiedot tulevat tonttijaoista, lohkomisista, maastomittauksista, ortoilmakuvista, piste-pilvistä sekä pienoiskopterilla toteutetuista kuvauksista. Lähes eksakteihin kohteisiin luokituvat määräalat sekä rasitteet. Vapaasti sijoiteltavat maanpinnan merkit ja tekstikohteet sijoitellaan niin, että lopputulos näyttää optisesti hyvältä ja tarkoituksenmukaiselta.

Kantakartasta on rakennettu kaksi eri kuvaustekniikkaa: toinen mittakaavaan 1:500 ja toinen mittakaavaan 1:1000. Se kumpaa mittakaavaa on tarkoituksenmukaista käyttää missäkin yhteydessä, riippuu käsiteltävän alan laajuudesta. Karttapalvelun kantakarttataso on julkaistu käyttäen 1:1000 viitemittakaavaa. ArcGIS Serverille julkaistun kantakarttakarttataso kuvaustekniikka on lähes täysin identtinen pohjakarttaotteissa käytettävän kuvaustekniikan kanssa. Ainoana erona on karttapalvelua varten määritetty kuvaustekniikka Rakennukset_alueet -taululle, jossa rakennuksen värikoodi määräytyy rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan. Tätä pidettiin visuaalisesti hyvänä ratkaisuna Internet-karttapalvelun kantakarttatasoa varten, vaikka pohjakarttaotteissa rakennusten pohjapinta-alat jätetään värittämättä.

Säännöllisen CGI:n toteuttaman tietokannan varmuuskopioinnin lisäksi kantakartasta ylläpidetään historiatasoa, jonne puretut rakennukset ja lakkautettavat kiinteistöt siirretään.

Tämä lisäksi kerran vuodessa koko kantakartan sisällöstä otetaan kopio sen hetkisestä tilanteesta vuosittaisten näkymien koontiin. Historiatason ja vuosittaisten näkymien ylläpito on osoittautunut hyödylliseksi vanhojen tietojen tarkistamisen tarpeen vuoksi.

Kantakartta koostuu seuraavista ylätasosta piirtojärjestyksessä päällimmäisestä alimmaiseen (suluissa tasojen nimet ArcGIS Server -palveluhakemistossa, jos eroavat luettelossa käytetyistä):

- pintamerkit
- nimistö
- maanpinta
- kasvillisuus
- vesistöt
- kiinteistöt
- hallintayksiköt, rasitteet ja tonttijaot (Hallintayks, ras, tj)
- rakennukset
- rakenteet
- tieliikenneverkot
- rautatieliikenneverkot
- sähköjohtoverkot
- ympäristön seuranta
- opaskarttaa varten tuotettu yhtenäinen kuntarajaa kuvaava viiva (opas_kuntaraja_viiva)
- valkoinen tausta
- osoitepisteet (DBO.Osoitteet_tekstit).

Lisäksi kantakartan osoitenumerot on julkaistu karttapalvelussa erillisenä karttatasonaan, jonka käyttäjä voi laittaa halutessaan päälle.

Kantakartan tasot sisältävät valtavasti informaatiota, mutta jotta tekstin määrä pysyisi kohtuullisena, selostan alla ylläpidon työnsä ainoastaan osasta tasojen.

Pintamerkit ja nimistö ovat vapaasti sijoiteltavia maanpinnan merkkejä. Vapaasti sijoiteltavia tekstikohteita on ”Nimistö”-tason lisäksi myös muiden tasojen alla omina alatasoinaan. Tekstikohteet on teknisesti toteutettu annotaatio-kohteina (ESRI 2017m).

Maanpinta, kasvillisuus, vesistöt, kiinteistöt, rakennukset, rakenteet, tieliikenneverkot, rautatieliikenneverkot, sähköjohtoverkot, ympäristön seuranta sekä tonttijaot ovat kaikki periaatteessa sijaintitiedoiltaan eksakteja kohteita sisältäviä tasojen, lukuun ottamatta alatasoilta löytyviä tekstikohteita.

Kiinteistöt-tason alta löytyy tekstikohteita, pistemäisiä kohteita ja viivoja. Tekstikohteista rajapyykkien numerot saadaan tonttijaosta ja muut tekstit generoidaan automaattisesti ArcGIS Desktopiin luodulla säännöllä Oracle-kannasta löytyvästä Kiinteistöt_alueet -taulusta löytyvän kiinteistötunnuskentän perusteella. Pistemäiset kohteet ja viiva-kohteet voidaan jakaa asemakaava-alueella sijaitseviin kohteisiin ja asemakaava-alueen ulkopuolella sijaitseviin kohteisiin. Käytännössä pistemäiset kohteet ovat erilaisia rajamerkkejä ja viivat muodostetaan suoraan pisteistä, joko suorina tai kaarina tiettyä sädettä käyttäen.

Asemakaava-alueella Kerava on pitänyt vuosikymmeniä omaa rekisterinpitoaan. Näillä alueilla rajamerkit muodostuvat tonttijaoista ja lohkomisista. Ylläpidossa käytetään robottitakymetrejä ja GNSS-vastaanottimia. Mittauksissa ominaisuustietojen siirtyminen on oleellista. Näitä ominaisuustietoja ovat mm. rajamerkin sijaintikeskivirhe, lähde, syntymäaika sekä editointiaika. Jokaisen lohkomisen ja rajankäynnin jälkeen mitatut rajamerkit ominaisuustietoineen täytyy lähettää siirtotiedostona Maanmittauslaitokselle valtakunnallisen kiinteistötietojärjestelmän ylläpitoa varten.

Asemakaava-alueen ulkopuolella rekisterinpitovastuu on Maanmittauslaitoksella. Keravan kaupunki saa näillä alueilla mitatut rajamerkkien muutokset siirtotiedostona, jotka viedään Oracle-tietokantaan. Joskus Keravan kaupunki saattaa tehdä kantan kartan perusparannusta myös asemakaava-alueen ulkopuolella, esimerkiksi uusille tällä hetkellä MML:n ylläpidossa oleville alueille suunnitelluille kaavahankkeille. Tällöin Keravan oman paikkatietokannan lisäksi rajamerkit lähetetään kiinteistötietojärjestelmää varten Maanmittauslaitokselle siirtotiedostona niin kutsuttuna perusparannuksena.

Rakennusten geometriat saadaan kantan kartalle rakennuksen sijaintikatselmuksessa tehtävistä nurkkapisteidien mittauksesta.

Määräalat syntyvät kiinteistökauppojen yhteydessä, jos kaupan kohteena on vain osa kiinteistöstä. Rajat piirretään kauppakirjan liitteenä olevasta paperille piirretystä hahmotelmasta. Rajat ja pinta-ala tarkentuvat vasta lohkomisen yhteydessä. Kaava-alueen ulkopuolella MML:n rekisterivastuualueella varsinainen alue pitää etsiä usein kauppakirjan liitteessä olevasta hahmotelmasta.

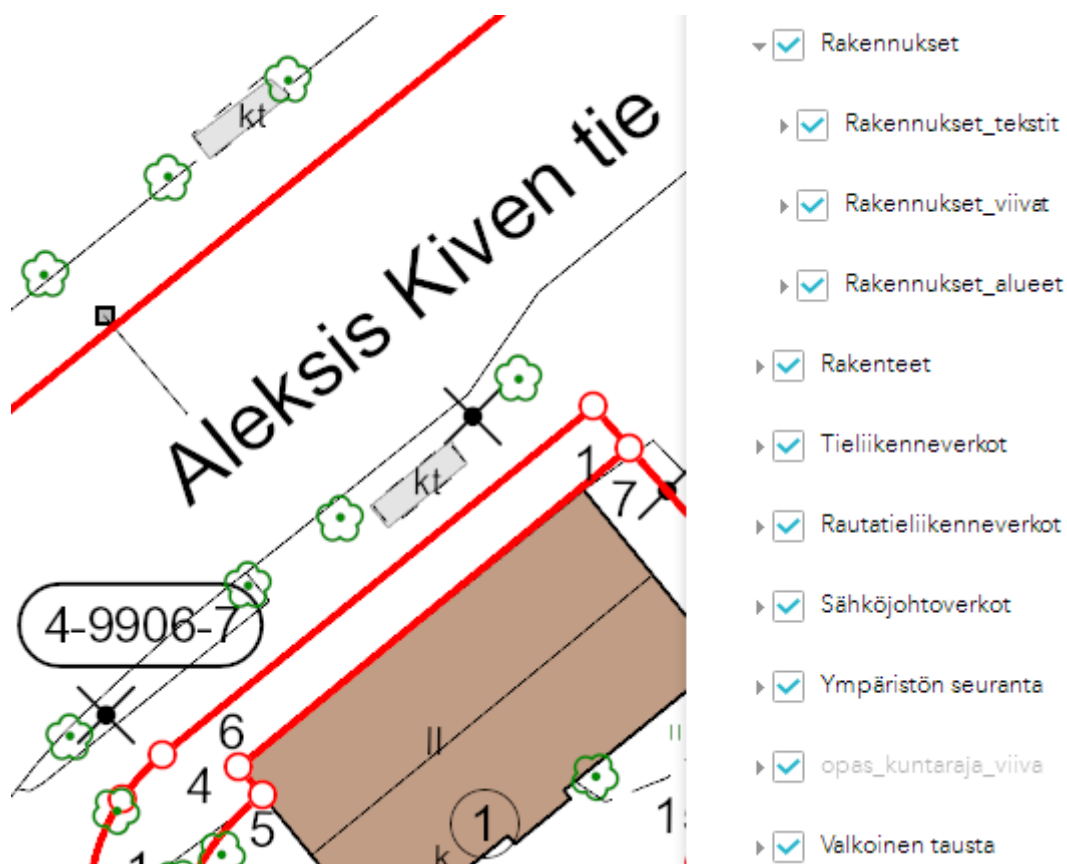
Vuokra-alueet ovat kaupungin vuokraamia alueita. Jos vuokrattava alue kattaa vain osan kiinteistöstä, niin rajat piirretään vuokrasopimuksen liitteenä olevasta paperille piirretystä hahmotelmasta. Jos vuokra-alue on koko kiinteistö, niin kyseinen kiinteistö kopioidaan vuokra-alueisiin ja sille annetaan käyttöoikeusyksikkötunnus, eli MML:n terminologiaa käyttäen laitostunnus.

Rasitteissa on kyse kiinteistölle perustetusta käyttöoikeudesta toisen omistamalle maalle (Maanmittauslaitos 2017). Rasitteista vanhimmat on alun perin skannattu muovisilta karttalehdiltä ja uudemmat saadaan rasitesopimuksista tai rasitetoimituksista. Keravan kaupungin alueella on noin 1500 rasitetta. Ominaisuustietona rasitteilla on rasitteen laatu, jonka perusteella rasitetekstit generoidaan, sekä käyttöoikeusyksikön tunnus. Rasitteita on myös kaava-alueen ulkopuolella MML:n rekisterivastuualueella, jolloin rasitteen sijaintitieto saattaa olla vain viivana kartalla kuvaamassa kulkuoikeutta. Suuri osa rasitteista on nähtävissä ainoastaan rekisteritietona, jolla ei ole mitään sijaintitietoa.

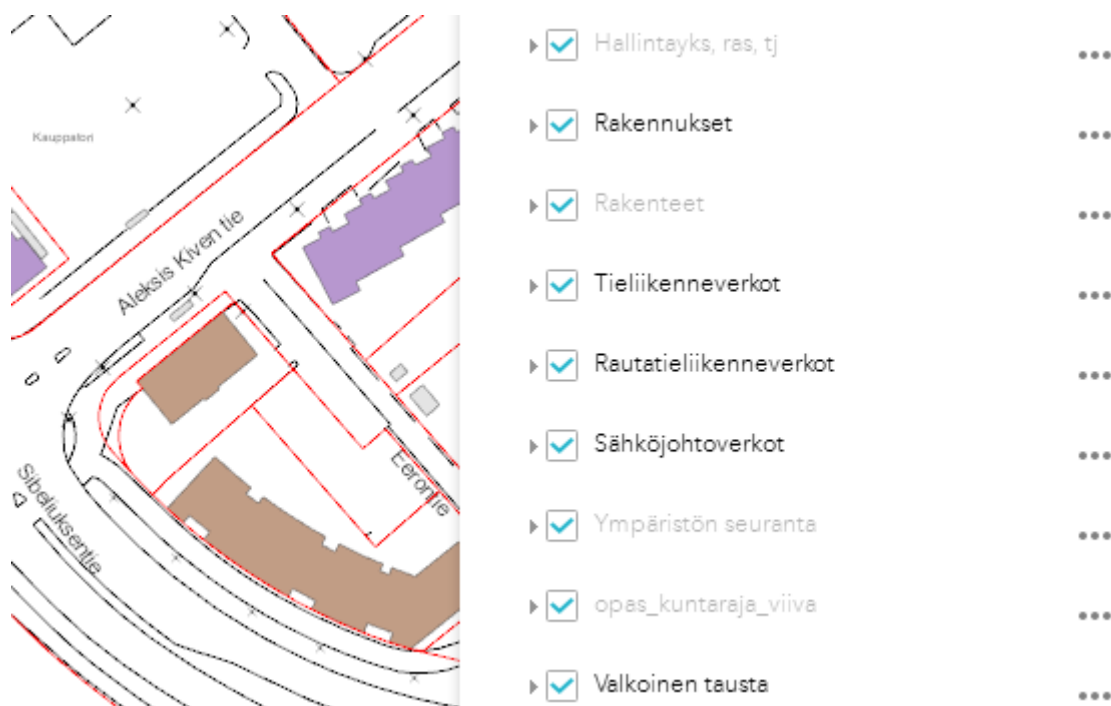
ArcGIS Server -karttatasossa on mukana myös kantan karttaan kuulumattomat tasot: **opaskartan kuntarajaviiva**, **valkoinen tausta** sekä **osoitepisteet**. Nämä kaikki on lisätty osaksi kantan karttatasoa ainoastaan Internet-karttapalvelun tarpeiden vuoksi. Opaskartan kuntarajaviiva tulee piirtoon pienemmillä mittakaavoilla, kun Kiinteistöt-taso otetaan pois piirrosta piirtonopeuden parantamiseksi. Kuvassa 3.10 näkyy kantan karttanäkymä todella pienellä mittakaavalla. Valkoinen tausta on lisätty osaksi tasoa, jottei oletuksena karttapalvelun taustakarttana oleva opaskartta kuulaisi läpi tyhjiltä alueilta. Käyttäjä voi halutessaan ottaa valkoisen taustan - kuten minkä tahansa muunkin karttatason tai karttatason alatasen - pois päältä. Osoitepisteet eivät ole piirroksessa, eivätkä näy karttapalvelun käyttäjälle kanta-

karttaa käytettäessä mitenkään. Ne ovat piilotettuna osaksi kantakarttaa karttapalvelun osoitehakua varten.

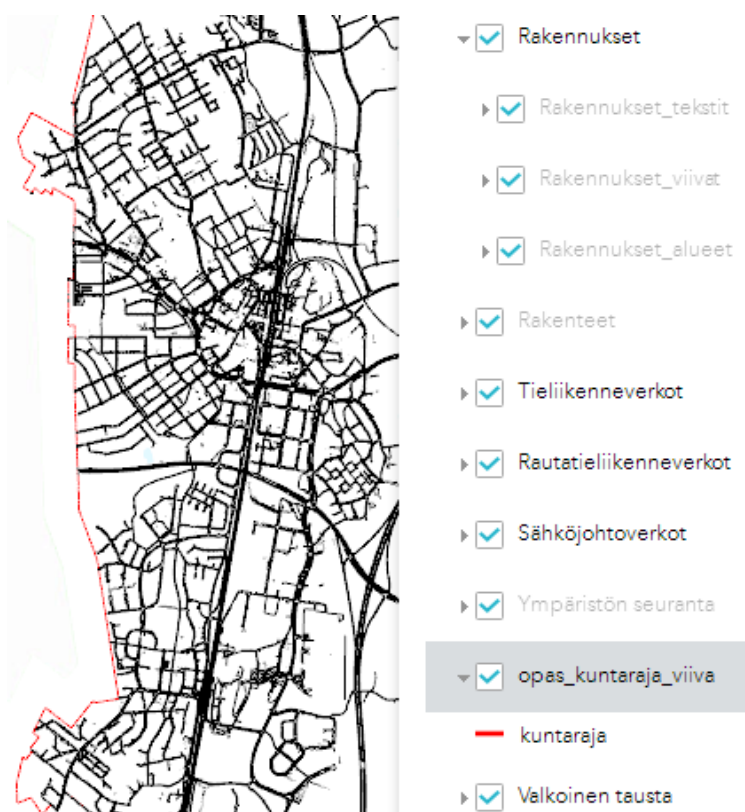
Kaikkien tasojen mittakaavarajat on mietitty tarkkaan julkaisuvaiheessa. Tasoja häviää piirrosta kauemmas zoomatessa asteittain. Tähän semanttisen yleistämisen ratkaisuun päädyttiin ensisijaisesti suorituskysyistä, tavoitteena taata piirtonopeuden pysyminen hyvänä karttapalvelua käytettäessä. Toisaalta eri tasojen piirrosta pois ottaminen myös selkeyttää kartan lukua pienillä mittakaavoilla, kun näkymä ei ole niin ruuhkautunut. Kolmella karttapalvelun suurimmalla mittakaavatasolla (1:188, 1:377 ja 1:755) kantakartta piirtyy täydellä sisällöllään. Tästä mittakaavaa pienennettäessä mennään jo viitemittakaavan 1:1000 alle. Kuvat 3.8, 3.9 ja 3.10 havainnollistavat tasojen mittakaavarajojen vaikutusta karttapalvelun kantakarttanäkymään.



Kuva 3.8. Suurta mittakaavaa (1:377) käytettäessä kaikki tasot ovat piirrosta lukuun ottamatta opaskartan kuntarajaviiva.



Kuva 3.9. Mittakaavaa pienennettäessä (1:1511) osa tasoista lähtee pois piirrosta piirtonopeuden varmistamiseksi.



Kuva 3.10. Piirtonopeuden varmistamiseksi tarpeeksi pientä mittakaavaa (1: 48 377) käytettäessä suurin osa kantakartalle kuuluvasta materiaalista on poissa piirrosta ja opaskartan kuntaraja tulee piirtoon Kiinteistöt-tason poistuessa piirrosta. Kantakartan tarkastelu näin pienellä mittakaavalla ei ole tarkoituksen mukaista.

ArcGIS Serverillä julkaistu ja ArcGIS Web Adaptorilla http-portista 80 jaettu kantakartan palveluhakemisto kaikkine tietoineen löytyy URL-osoitteesta http://rajapinta.jarvenpaa.fi/arcgis/rest/services/Kerava_karttapalvelun_testaus/KERAVA_kantakartta1000_suora_sde_2016_05_16/MapServer.

Virastokartta

Virastokartta on Keravan kaupungin virallinen osoitekartta. Se sisältää jokaisen osoitumeron, kadunnimen, kiinteistötunnuksen sekä kaupunginosien rajat. Tuotteena se on ollut perinteisesti kaupungin sisäisessä käytössä kaikista käytetyin, ja sitä käytetään monien teemakarttojen pohjana, joista maanomistuskartta on kysytyin. (Kuvassa 3.11. on kuva-kaappaus karttapalvelun näkymästä, jossa on kaupungin maanomistus ja virastokartta kuvattuna päällekkäin.) Hätätilanteita varten kaupungilta löytyy aina myös ajantasaisia pape-
risia virastokarttoja.

ArcGIS Serverillä julkaistun virastokartan kuvaustekniikka periytyy virastokarttatulosteis-
sa käytetystä MXD-dokumentista. Siinä on tasohierarkiassa kolme ylätasoa: Virastokartta,
Virasto_pohjakartta sekä Tausta.

Virastokartta-ylätason alla on varta vasten virastokarttaa varten Oracle-tietokannassa yllä-
pidettävää aineistoa. Suurin osa tästä aineistosta esitetään myös kantakartalla, mutta esi-
merkiksi suurin osa teksteistä vaatii uudelleen sijoittelua, joten niistä täytyy pitää yllä
omaa annotaatiotauluaan.

Virasto_pohjakartta -ylätason alla on aineistoa, joka lukee täysin samoja tietokantatauluja
kuin kantakartan tasotkin, mutta kuvaustekniikka on vain eri. Näin ollen nämä tasot päivit-
tyvät kantakartan ylläpidon mukana ilman erillisiä ylläpitotoimia. Rakennuksista on päällä
rajaava kysely. Rakennukset_viivat -taulu sisältää kentän nimeltään ”virastokartta”. Niille
rakennuksille, jotka halutaan kuvata virastokartalla, on annettu kentän arvoksi ”x”. Näitä
rakennuksia ovat asemakaava-alueen ulkopuolella sijaitsevat rakennukset sekä asemakaa-
va-alueilta isoimmat ja tärkeimmät rakennukset.

Myös virastokartan kohdalla on käytetty semanttista yleistystä pienemmillä mittakaavata-
soilla riittävän piirtonopeuden varmistamiseksi. Virastokartta_tekstit -tason kohteet jäävät
pois piirrosta mittakaavatasolla 1:6047, ja Virastokartta_pisteet -tason kohteet mittakaava-
tasolla 1: 24 188.

ArcGIS Serverillä julkaistu ja ArcGIS Web Adaptorilla http-portista 80 jaettu Virastokart-
ta-tason palveluhakemisto kaikkine tietoineen löytyy URL-osoitteesta
http://rajapinta.jarvenpaa.fi/arcgis/rest/services/Kerava_karttapalvelun_testaus/Virastokartta_kerava/MapServer.

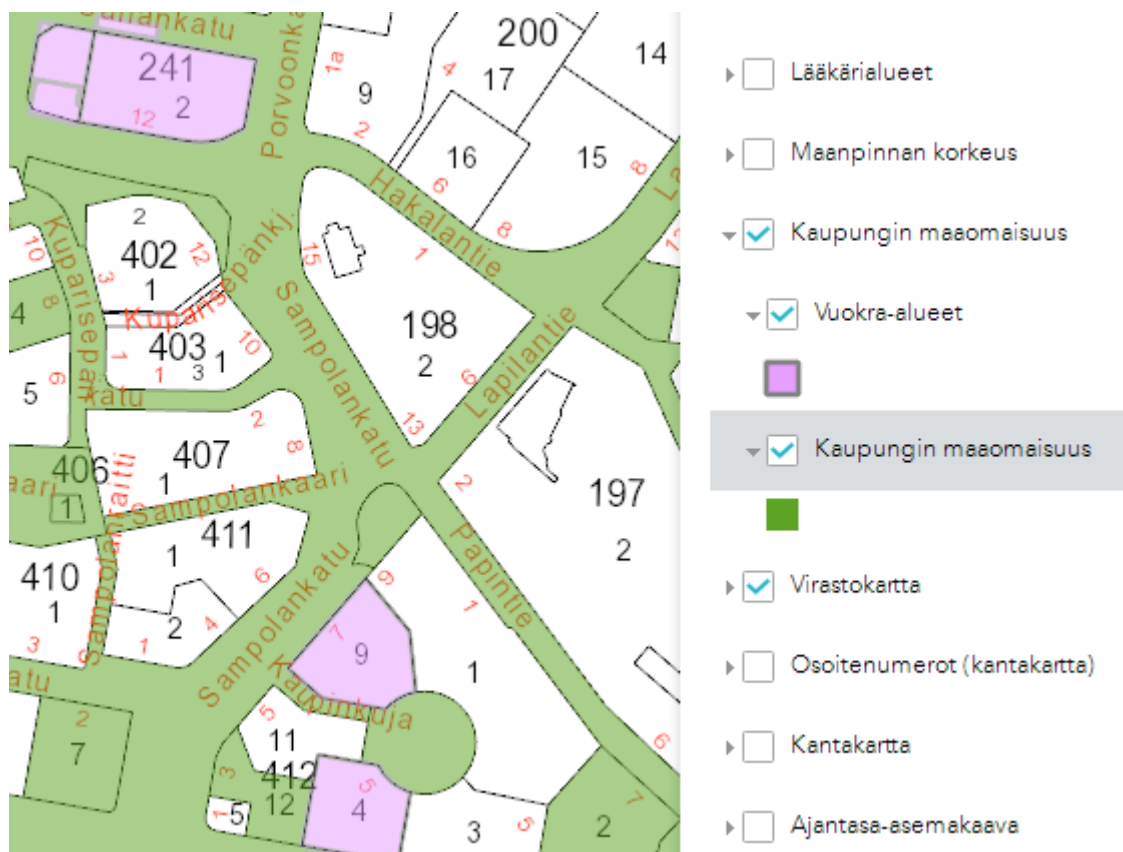
Kaupungin maaomaisuus

Karttatasossa on esitetty kaupungin maaomaisuus. Omaisuus, jonka kaupunki on vuokran-
nut jonkun käyttöön, on kuvattu violetilla värillä. Muu maaomaisuus on kuvattu vihreällä.

Karttatasoa pidetään yllä kaupanvahvistajien ilmoitusten perusteella. Maanvuokrauksen
hallinnassa käytetään CGI:n KOKI-sovellusta, jota käyttäen tehdään vuokrasopimukset ja

toteutetaan laskutus vuokra-alueista. KOKI:sta saadaan ulos myös kiinteistötunnus tai määrälatunnus, jonka perusteella vuokra-alueita päivitetään Oracle-tietokantaan.

ArcGIS Serverillä julkaistu ja ArcGIS Web Adaptorilla http-portista 80 jaettu Kaupungin maaomaisuus -tason palveluhakemisto kaikkine tietoineen löytyy URL-osoitteesta http://rajapinta.jarvenpaa.fi/arcgis/rest/services/Kerava_karttapalvelun_testaus/Kaupungin_maaomaisuus_kerava/MapServer.



Kuva 3.11. Karttapalvelun näkymä, jossa on päällä Kaupungin maaomaisuus - ja Virastokartta-karttatasot.

Maanpinnan korkeus

Maanpinnan korkeus on kantakartalla kuvattava aineisto, mutta raskaana aineistona se haettiin piirtonopeussyistä erottaa Internet-karttapalvelussa omaksi tasokseen, jonka käyttäjä saa halutessaan laittaa erikseen piirtoon. Se sisältää korkeuskäyrät käyrälukuineen ja viettoviivoineen sekä yksittäisiä maanpinnan korkeutta kuvaavia pisteitä.

Keravalla suoritettiin vuonna 2012 laserkeilaus koko kaupungin alueelta. Tämä oli sopiva ajankohta laserkeilaukselle, koska Keravalla siirryttiin N43-korkeusjärjestelmästä N2000-korkeusjärjestelmään ja VVJ(2)-koordinaattijärjestelmästä ETRS89/GK25-koordinaattijärjestelmään samana päivänä 12.12.2012.

Laserkeilauksesta saadusta luokitellusta pistepilvestä tuotettiin maastomalli sekä korkeuskäyrät ArcGIS Desktopilla. Tiealueiden ja luiskien alle jääneet käyrät on luokiteltu piilokäyriksi, joita ei karttapalvelussa näytetä lainkaan. Korkeuskäyrien päällä olevat käyrän korkeustasoa kuvaavat käyräluvut generoitiin automaattisesti ArcGIS Desktopin Labeling-

toimintoa käyttäen ja vietiin annotaatiokohteina Oracle-tietokantaan, jonka jälkeen vielä manuaalisesti poistettiin joitakin ylimääräisiä käyrälukuja ulkoasun siistimiseksi. Yksittäiset maanpinnan korkeutta kuvaavat pisteet ovat vanhat N43:n mukaiset pisteet, joiden korkeutta on nostettu 0,3 m - tämä riittää vaaditun desimetrin tarkkuudessa pysymiseen.

Maastomallia päivitetään eri mittausmenetelmin. Paikallisten muutosten perusteella laskeaan uudet käyrät tarpeen mukaan.

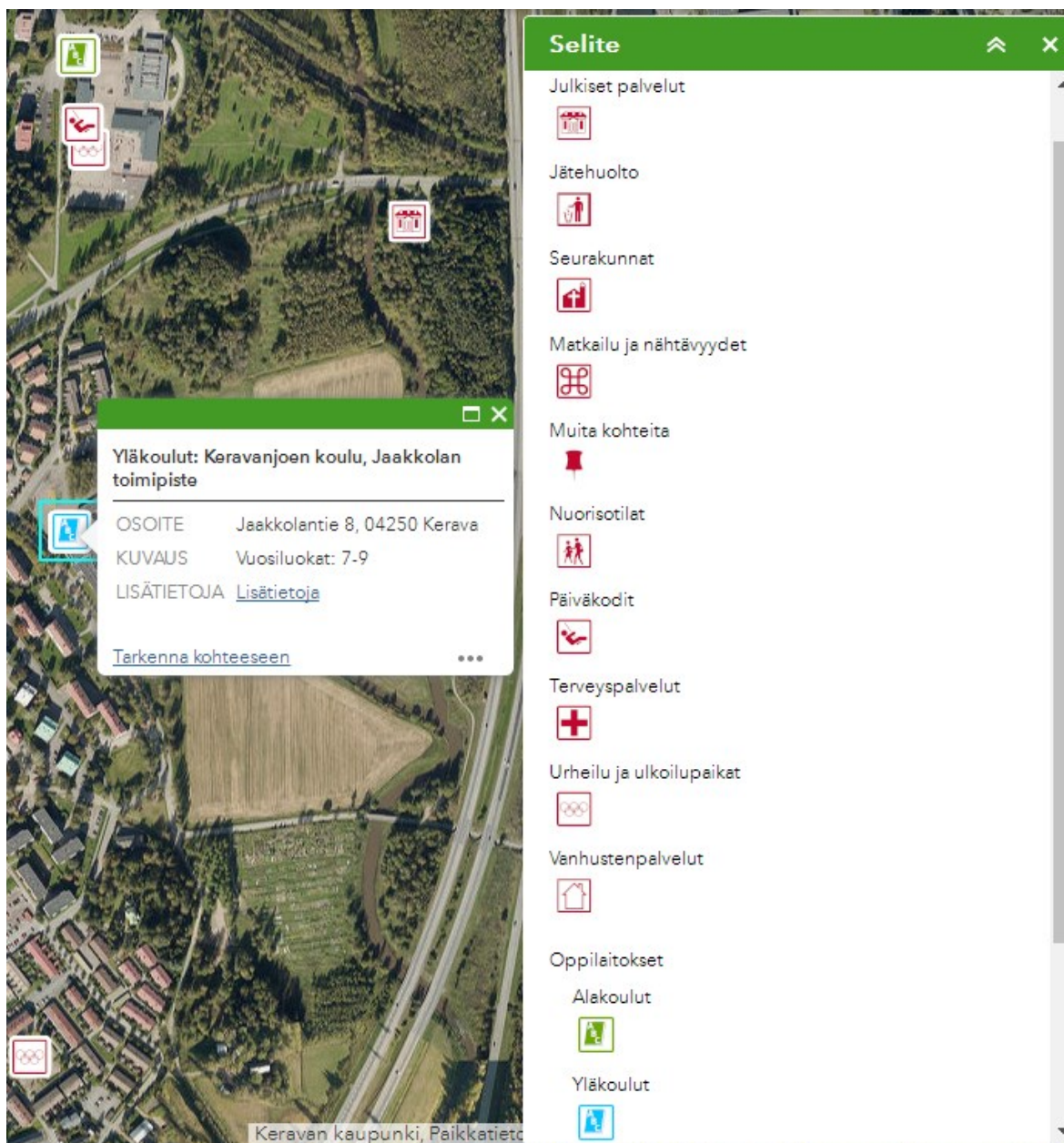
ArcGIS Serverillä julkaistu ja ArcGIS Web Adaptorilla http-portista 80 jaettu Maanpinnan korkeus -tason palveluhakemisto kaikkine tietoineen löytyy URL-osoitteesta http://rajapinta.jarvenpaa.fi/arcgis/rest/services/Kerava_karttapalvelun_testaus/Maanpinnan_korkeus/MapServer.

Palvelukohteet

Palvelukohteet ovat keskeisiä kunnallisia palveluita pistemäisinä kohteina sisältävä aineisto. Karttatason lukemat taulut luotiin Oracle-tietokantaan Internet-karttapalvelua varten projektin yhteydessä. Taso sisältää luokat: Julkiset palvelut, Jätehuolto, Seurakunnat, Matkailu- ja nähtävyydet, Muita kohteita, Nuorisotilat, Päiväkodit, Terveyspalvelut, Urheilu ja ulkoilupaikat, Vanhustenpalvelut sekä Oppilaitokset. Luokkien perusteella määräytyvä kuvaustekniikka toteutettiin ArcGIS Desktopilla. Kuvassa 3.12 on kuvakaappaus näkymästä, jossa Palvelukohteet-karttataso on päällä, ja yhden kohteen ponnahtusikkuna on avattu klikkaamalla kohdetta.

Karttatason ylläpidosta vastaa Keravan kaupungin Maankäyttöpalvelut, joka käy kohteet hallintokuntien edustajien kanssa läpi noin kerran vuodessa. Urheilu- ja urheilupaikat oli työn lopetusvaiheessa suunnitelmissa siirtää Keravan kaupungin liikuntapalveluiden ylläpitovastuun alle.

ArcGIS Serverillä julkaistu ja ArcGIS Web Adaptorilla http-portista 80 jaettu Palvelukohteet-tason palveluhakemisto kaikkine tietoineen löytyy URL-osoitteesta http://rajapinta.jarvenpaa.fi/arcgis/rest/services/Kerava_karttapalvelun_testaus/Palvelukohteet_2016_06_03/MapServer.



Kuva 3.12. Kuvakaappaus näkymästä, jossa Palvelukohteet-karttataso on päällä, ja yhden kohteen ponnahtusikkuna on avattu klikkaamalla kohdetta.

Kiintopisteet

Kiintopisteet-karttatasolla on klikattavina pistemäisinä kohteina maastossa olevia kiintopisteitä tasoluokituksen perusteella neljään luokkaan jaettuna.

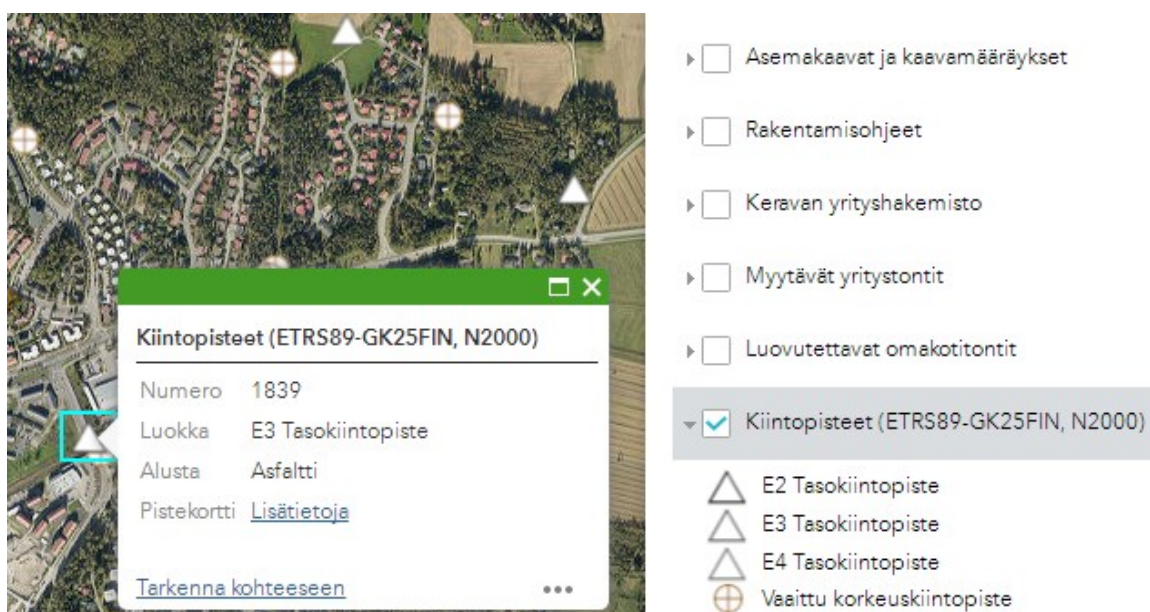
E2-tasokiintopisteet ovat Maanmittauslaitoksen valtakunnallisen runkoverkon pisteitä. Niitä on Keravan kaupungin alueella kolme kappaletta.

E3-tasokiintopisteet sisältävät Keravan mittausosaston E2-tasokiintopisteistä tihentämän runkoverkon pisteet. Näitä pisteitä käyttäen määritettiin parametrit kun kaupunki siirtyi vanhasta VVJ(2)-koordinaattijärjestelmästä käyttämään ETRS89/GK25FIN-koordinaattijärjestelmää vuonna 2012.

E4-tasokiintopisteet ovat E3-pisteistä tihennettyjä käyttökiintopisteitä.

Vaaitut korkeuskiintopisteet ovat Keravan kaupungin tarkkavaaittamia korkeuskiintopisteitä. Näiden avulla määritettiin parametrit korkeusjärjestelmän muutokseen N43:sta N2000:een vuonna 2012.

Kiintopisteillä on ominaisuustietona pisteen numero, luokka, alusta sekä linkki pistekorttiin, josta löytyvät kaikki ammattilaiskäytössä tarvittavat kiintopisteen tiedot. Tason kuvaustekniikka on määritetty ArcGIS Desktopilla. Kuvassa 3.13 on kuvakaappaus näkymästä, jossa Kiintopisteet-karttataso on piirroksessa ja yhden kohteen ponnahdusikkuna on avattu kohdetta klikkaamalla.



Kuva 3.13. Kuvakaappaus näkymästä, jossa Kiintopisteet-karttataso on piirroksessa ja yhden kohteen ponnahdusikkuna on avattu kohdetta klikkaamalla.

ArcGIS Serverillä julkaistu ja ArcGIS Web Adaptorilla http-portista 80 jaettu Kiintopisteet-tason palveluhakemisto kaikkine tietoineen löytyy URL-osoitteesta http://rajapinta.jarvenpaa.fi/arcgis/rest/services/Kerava_karttapalvelun_testaus/Kiintopisteet_kerava/MapServer.

Asemakaavat ja kaavamääräykset, Rakentamisohjeet ja Kaupunginosat

Asemakaavat ja kaavamääräykset, Rakentamisohjeet sekä Kaupunginosat ovat aluemaisia kohteita sisältäviä aineistoja.

Asemakaavoja ja rakentamistapaohjeita päivitetään uuden kaavan vahvistuessa. Kun kaava vahvistuu, niin aluerajaukset viedään AutoCAD DWG -tiedostosta Oracle-tietokantaan ja täytetään tarvittavat ominaisuustiedot. Näitä ominaisuustietoja ovat Asemakaavojen kohdalla kaavan numero, vahvistumispäivämäärä, voimaantulopäivämäärä ja linkit sekä kaavadokumenttiin että pelkät kaavamääräykset selitteineen sisältävään dokumenttiin. Rakentamisohjeiden kohdalla ominaisuustietoina on ainoastaan kolme linkkikenttää, joihin yhteen tai useampaan tulee linkki ohjeet sisältävään PDF-dokumenttiin, riippuen siitä monesako dokumentissa rakentamisohjeet ovat.

Kaupunginosat on Oracle-tietokannassa oleva kymmenen polygonin aineisto, joilla on ominaisuustietona ainoastaan nimi.

Näille kolmelle tasolle kuvaustekniikka on poikkeuksellisesti määritelty vasta ArcGIS Serverille julkaisun jälkeen kokonaan ArcGIS Onlinen Map Viewer -käyttöliittymässä.

Asemakaavojen kuvaustekniikaksi on valittu oranssi täyttö ja valkoinen ääriviiva. Ääriviivan paksuuden kohdalla on valittu ”adjust outline automatically”, eli ArcGIS Online säättää ääriviivan paksuutta automaattisesti zoomaustason mukaan. Tason läpinäkyvyysasteeksi on asetettu 25 %. Rakentamisohjeiden kuvaustekniikka on vastaava, mutta täyttöväri on violetti ja ääriviiva musta.

Kaupunginosille on määritetty violetti täyttö ja punainen 4 pikselin vahvuinen ääriviiva. Täyttövärille on määritetty noin 80 prosentin läpinäkyvyysaste. Tällä tasolla on käytössä myös ArcGIS Onlinen automaattinen Label Features -toiminto, joka asettelee kaupunginosien nimet kartalla optimoiden niiden sijoittelun aina kulloinkin käyttäjän näytöllä näkyvän näkymän mukaan.

Tasojen ArcGIS Serverillä julkaistut ja ArcGIS Web Adaptorilla http-portista 80 jaetut palveluhakemistot kaikkine tietoineen löytyvät alla olevista URL-osoitteista:

- asemakaavat ja kaavamääräykset:
http://rajapinta.jarvenpaa.fi/arcgis/rest/services/Kerava_karttapalvelun_testaus/Kaavoitetut_alueet/MapServer
- rakentamisohjeet:
http://rajapinta.jarvenpaa.fi/arcgis/rest/services/Kerava_karttapalvelun_testaus/Rakentamisohjeet/MapServer
- kaupunginosat:
http://rajapinta.jarvenpaa.fi/arcgis/rest/services/Kerava_karttapalvelun_testaus/Kaupunginosat/MapServer

3.4.4 ArcGIS Serverille kopioitavat vektoriaineistot

ArcGIS Serverille kopioitavia aineistoja ovat Perusrekisteritiedot, Kiinteistörajat ja -tunnukset, Lääkärialueet sekä Johtotiedot. Näiden tasojen pohjalla olevat ArcGIS Server -palvelut on julkaistu ArcGIS Desktopilla MXD-dokumentista, kuten edellisessä luvussa läpikäydyt Oracle-tietokantaa lukevat aineistot, mutta julkaisun yhteydessä kaiken palveluiden käyttämän datan annettiin kopioitua ArcGIS Server -palvelimen kiintolevyille ArcGIS Serverin automaattisesti luomaan filegeodatabase-paikkatietokantaan.

Projektin yhteydessä ainoa aineistolähde, joka rekisteröitiin ArcGIS Serverille, oli yhteys Oracle-tietokantaan. Tämä mahdollistaa sen, että käyttäjän selatessa karttapalvelussa esimerkiksi Kiintopisteet-karttatasoa, lähtee ArcGIS Server -palvelimelle pyyntö hakea pyyntöä vastaavat tiedot suoraan Oracle-tietokannasta. ArcGIS Serverille on mahdollista rekisteröidä aineistolähteeksi myös verkkolevyillä olevia kansioita (ESRI 2017n), mutta projektin toteutusvaiheessa Järvenpään ja Keravan yhteinen ArcGIS Server -ohjelmistoa pyörittävä Windows-käyttäjänimi (ei luonnollinen henkilö) oli sellaisella Windows-toimialueella, jolla ei ollut lukuoikeutta Keravan kaupungin verkkolevyille, joilla ylläpidetään karttapalvelussa esitettäväksi haluttuja aineistoja. Tähän jo olemassa olevaan sekä

Keravaan että Järvenpäähän vaikuttavaan toimialuemäärittelyyn ei haluttu ryhtyä tekemään muutoksia muutaman Internet-karttapalvelussa julkaistavan karttatason vuoksi.

Näitä aineistoja ArcGIS Serverille julkaistaessa saadaan varoitus ”*Data source is not registered with the server and data will be copied to the server*” eli vapaasti suomennettuna ”*Aineistolähdettä ei ole rekisteröity palvelimen kanssa ja data kopioidaan palvelimelle*” (ESRI 2017o). Tähän varoitukseen ei reagoida ja palvelu julkaistaan niin, että myös data kopioidaan palvelimelle julkaisuhetkellä.

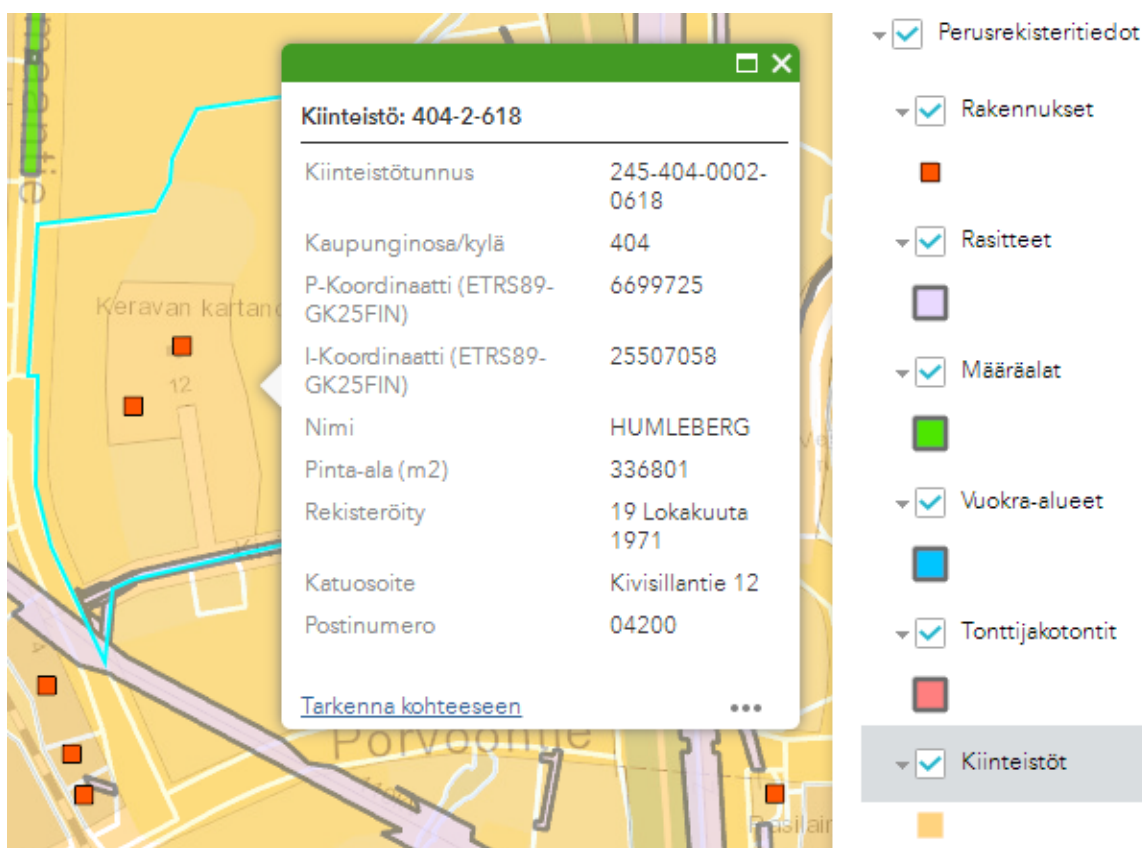
Perusrekisteritiedot

Uuteen karttapalveluun toivottiin Keravan kaupungin Maankäyttöpalveluissa julkaistavan runsaasti erilaista rekisteritietoa, ja esitetyt toiveet karttapalvelussa esitettävän tiedon suhteen olivat melko yksityiskohtaisia, johtuen osin siitä, että yksikössä oli totuttu edellisen SITO:n Internet-karttapalvelun Facta-kuntarekisteri-integraation tarjoamiin tietoihin ja niiden selaamiseen tarjottuun käyttöliittymään.

Oli etukäteen tiedossa, että kaikki tarvittava rekisteritietodata löytyy kyllä Oracle-tietokannasta, mutta suuri osa datasta on tietokannan rekisteriosassa olevissa tietokantatauluissa ilman sijaintitietoa. Oikeiden taulujen löytäminen vaati melko pitkällistä tietokantaa ja sen satoihin eri tauluihin perehtymistä, mutta loppujen lopuksi kaikki tarvittavat taulut saatiin etsittyä tietokannasta.

Taulujen tutkiminen suoritettiin ArcCatalogilla, mutta taulujen lukeminen tällä ohjelmistolla suoraan tietokannasta osoittautui hyvin virheherkäksi. Ratkaisuksi keksittiin kopioida kaikki tarvittavat rekisteriosan tietokantataulut paikalliseen filegeodatabase-paikkatietokantaan ArcGIS Desktopin Table To Table -työkalulla (ESRI 2017p). Samaan paikalliseen tietokantaan kopioitiin myös tarvittavat geometriatiedot sisältävät taulut Oracle-tietokannasta. Datan muokkaaminen karttapalvelussa esillä olevaan vaati vielä muutamia Field Calculator - sekä Join -operaatioita paikalliseen tietokantaan kopioituihin tauluihin (ESRI 2017q ja ESRI 2017r).

Näin päästiin tilanteeseen, jossa kaikki Perusrekisteritiedot-karttatason data oli kiintolevyllä olevassa filegeodatabase-tietokannassa halutussa muodossa. Esimerkiksi kiinteistö-polygonikohteet sisältävään tauluun saatiin seuraavat kuvassa 3.14 näkyvät ominaisuustiedot.



Kuva 3.14. Kuvakaappaus karttapalvelun näkymästä, jossa Perusrekisteritiedot-karttataso on aktiivisena kaikkine sisältöineen, ja jossa yhden kiinteistökohteen ponnahdusikkuna on avattu klikkaamalla kiinteistöä.

Perusrekisteritiedot ovat kuitenkin luonteeltaan sellaisia, että ne elävät jatkuvasti. Tästä syystä jonkinlaisen automatisoidun päivitysprosessin suunnittelu oli alusta asti mietinnässä. Tämä automatisoitu päivitys toteutettiin ArcPy-kirjastoa käyttäen. ArcPy on Python-ohjelmointikielellä toteutettu kirjasto, jonka avulla voi suorittaa tiettyjä ArcGIS Desktopin toimintoja komentorivipohjaisesti. Esimerkiksi Table To Table -työkalun ajaminen komentorivipohjaisesti tapahtuu komennolla `arcpy.TableToTable_conversion(inTable, outLocation, outTable)`, jossa `inTable`-parametri on kopioitavan taulun polku, `outLocation`-parametri on polku sijaintiin, johon taulu halutaan kopioida ja `outTable`-parametri on tietokantataulukopiolle annettava nimi. Jokaisen työkalun, jota on mahdollista ajaa ArcPy-komennoilla, dokumentaatiosta löytyy ohje komennon käyttöön ja komennon vaatimat parametrit. Esimerkiksi Table To Table -dokumentaatioissa otsikon *Syntax* alta löytyy Table To Table -työkalun ArcPy-ohje ja lista komennon käyttämistä parametreista (ESRI 2017p).

Kaikille tarvittaville operaatiolle kirjoitettiin omat ArcPy-skriptinsä. Näiden jokaöinen ajaminen ajastetusti Windowsin tehtävien ajoituksessa tietyllä koko ajan käynnissä pidettävällä työasemalla toteutettiin yhteistyössä KUUMA-ICT:n (Keski-Uudenmaan informaatioteknologia Oy) kanssa. Paikalliseen tietokantaan siis ylikirjoitetaan edellisen ajon tiedot joka yö. Viimeinen ajettava skripti julkaisee palvelun ArcGIS Serverille ylikirjoittaen vanhan palvelun kopioituine aineistoineen. Palvelumääriytykset ja kuvaustekniikka periytyvät koneen kiintolevylle tallennetusta MXD-dokumentista.

Kiinteistörajat ja -tunnukset -taso on luotu ArcGIS Onlinessa. Se käyttää aineistolähteenään Perusrekisteritiedot-palvelun Kiinteistöt-taulua. Taulun kohteet ovat aluemaisia kohteita. Kuvaustekniikaksi on valittu 1,5 pikselin vahvuinen ääriviiva, mutta täyttöväriä ei ole. Lisäksi tasolla on käytössä ArcGIS Onlinen automaattinen Label Features -toiminto, joka asettelee kiinteistötunnukset kartalle optimoiden niiden sijoittelun aina kulloinkin käyttäjän näytöllä näkyvän näkymän mukaan.

ArcGIS Serverillä julkaistu ja ArcGIS Web Adaptorilla http-portista 80 jaettu Perusrekisteritiedot-tason palveluhakemisto kaikkine tietoineen löytyy URL-osoitteesta http://rajapinta.jarvenpaa.fi/arcgis/rest/services/Kerava_karttapalvelun_testaus/Perusrekisteritiedot_julkinen/MapServer.

Lääkärialueet

Lääkärialueet ovat polygoneja, joilla on ominaisuustietoinaan

- lääkärialueen nimi
- lääkärialueen numero
- puhelinnumero, johon tällä lääkärialueella asuvan potilaan tulee soittaa
- odotustila, johon tällä lääkärialueella asuvan potilaan tulee terveysasemalla mennä.

Lisäksi osana ArcGIS Server -palvelua on julkaistu kaikki Keravan osoitepisteet, joihin on ominaisuustietona liitetty se lääkärialue, johon kyseinen osoite kuuluu. Tämä liitos tehdään ArcGIS:in Spatial Join -työkalulla (ESRI 2017s). Tämä taulu on julkaistu karttapalvelun hakutyökalun Lääkärialuehaku-toimintoa varten.

Lääkärialueita pidetään yllä SHAPEFILE-tiedostona. Aluejaosta vastaa Keravan kaupungin Sosiaali- ja terveyspalvelut, joiden antamien ohjeiden mukaan aluejako on Maankäyttöpalveluissa piirretty.

Lääkärialueet päivitetään joka yö ArcPy-skriptejä käyttäen samoin kuin perusrekisteritiedot. Lääkärialueet ja osoitepisteet kopioidaan paikalliseen filegeodatabase-paikkatietokantaan, ja osoitepisteille liitetään sen alle jäävän alueen lääkärialuetiedot. Tämän jälkeen palvelu julkaistaan ArcGIS Serverille ylikirjoittaen jo olemassa oleva palvelu kopioituine aineistoineen. Palvelumäärittelykset ja kuvaustekniikka otetaan koneen kiintolevylle tallennetusta MXD-dokumentista.

ArcGIS Serverillä julkaistu ja ArcGIS Web Adaptorilla http-portista 80 jaettu Lääkärialueet-tason palveluhakemisto kaikkine tietoineen löytyy URL-osoitteesta http://rajapinta.jarvenpaa.fi/arcgis/rest/services/Kerava_karttapalvelun_testaus/Laakarialueet/MapServer.

Johtotiedot

Johtotietojen julkaisu ei vaadi mitään datan muokkausta karttapalvelua varten. Data kopioidaankin ArcGIS Server -palvelimelle julkaisun yhteydessä puhtaasti siitä syystä, että aineisto on verkkolevyllä olevissa tietokannoissa ja tiedostoissa. Kaikki aineisto muodostuu viivamaisista kohteista.

Karttapalvelun Johtotiedot-karttataso pitää sisällään alatasot

- viemärit
- maakaasu

- kaukolämpö
- sähköjohtoverkot.

Viemärit luetaan Keravan vesihuoltolaitoksen WFS-rajapinnasta. Jo ennen Internet-karttapalvelua vesihuoltolaitoksen WFS-rajapinnan koko sisältö kopioitiin muutaman keran vuodessa verkkolevyllä olevaan Microsoft Access -tietokantaan, koska aineiston luvun nopeus ja toimintavarmuus suoraan WFS-rajapinnasta eivät vastanneet ArcGIS Desktop -käyttäjien tarpeita. Itse ArcGIS Server -palvelun julkaisussa on käytetty aineistolähteenä Microsoft Access -tietokantaa.

Maakaasuputket-taso lukee kahta eri aineistoa: GASUM:in valtakunnallista runkoverkkoa sekä Keravan energian maakaasuputkiverkkoa. Molempien tasojen data on verkkolevyllä tallennetussa SHAPEFILE-tiedostossa. GASUM:in valtakunnalliseen runkoverkkoon ei käytännössä tule juuri muutoksia, mutta Keravan energian maakaasuputkiverkoista pyydetään muutokset DWG-tiedostoformaattissa noin kaksi kertaa vuodessa. Samalla pyydetään myös **kaukolämpö-** ja **sähköjohtotiedot**, jotka niin ikään ovat verkkolevyllä tallennettuna SHAPEFILE-tiedostoon.

Kun johtotietoihin tulee päivityksiä, niin Maankäyttöpalveluissa julkaistaan kuvaustekniikan ja palvelumääritykset sisältävää MXD-dokumenttia käyttäen ArcGIS Serverille Johtotiedot-palvelu ylikirjoittaen jo olemassa oleva palvelu kopioituine aineistoineen.

ArcGIS Serverillä julkaistu ja ArcGIS Web Adaptorilla http-portista 80 jaettu Johtotiedot-tason palveluhakemisto kaikkine tietoineen löytyy URL-osoitteesta http://rajapinta.jarvenpaa.fi/arcgis/rest/services/Kerava_karttapalvelun_testaus/Johtotiedot_julkinen/MapServer.

3.5 Karttapalvelun käyttötapauksia

Keravan Maankäyttöpalveluissa Internet-karttapalvelun tyypillisiä käyttäjä arvioitaessa käyttäjät jaettiin potentiaalisen käyttöaktiivisuutensa perusteella kolmeen ryhmään: (1) Eniten karttapalvelua käyttävät Keravan kaupungin asukkaat sekä kaupungin omat työntekijät. (2) Seuraavaksi eniten palvelua hyödyntävät muut viranomaiset (kuten naapurikunnat ja Keski-Uudenmaan ympäristökeskus) sekä kaupungin omistamat tai osaomisteiset yritykset (kuten Kiinteistö Oy Nikkarinkruunu ja Keravan Energia Oy). (3) Lisäksi kiinteistönlähtäjien, arkkitehtien sekä suunnittelijoiden arveltiin käyttävän Internet-karttapalvelua enenevässä määrin.

Karttapalvelun työkalut tarjoavat käyttäjälle monipuolisia mahdollisuuksia aineistojen hyödyntämiseen. Interaktiiviset toiminnot mahdollistavat näkymien muokkaamisen mm. tasojen läpinäkyvyyttä säätämällä, tasojen piirtojärjestystä vaihtamalla ja käyttäjän itse piirtämiä tasoja kartalle lisäämällä. Lisäksi karttapalvelusta löytyvät työkalut kartalla mitaamiseen, käyttäjän kustomoiman karttapalvelun näkymän linkillä jakamiseen sekä tulostamiseen. Työkalujen ominaisuudet on esitelty tarkemmin karttapalvelun käyttöoppaassa (Keravan kaupunki 2017).

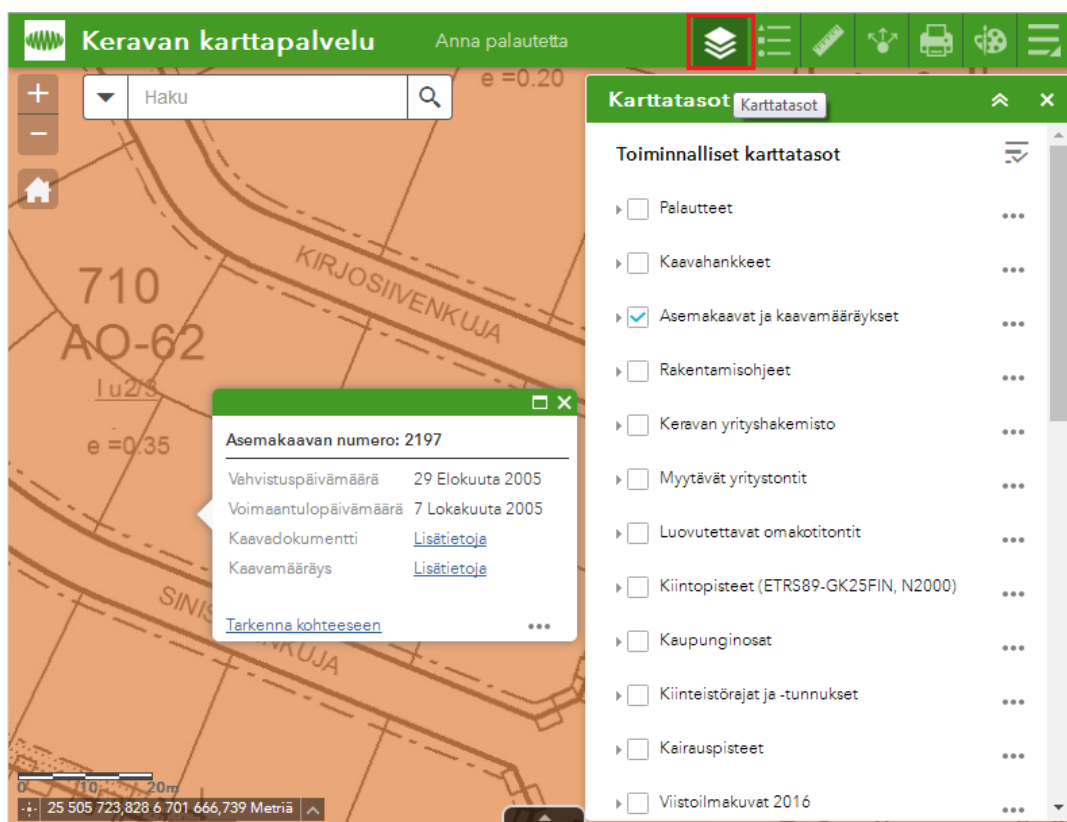
Tyypillisimmät käyttötapaukset liittynevät kuitenkin aineistojen selaamiseen niiden oletusnäkyymiä käyttäen ja aineistoihin kohdistuviin hakutoimintoihin. Alla on esitetty kaksi tämän tyyppistä käyttötapausesimerkkiä.

Esimerkkikäyttötapaus 1

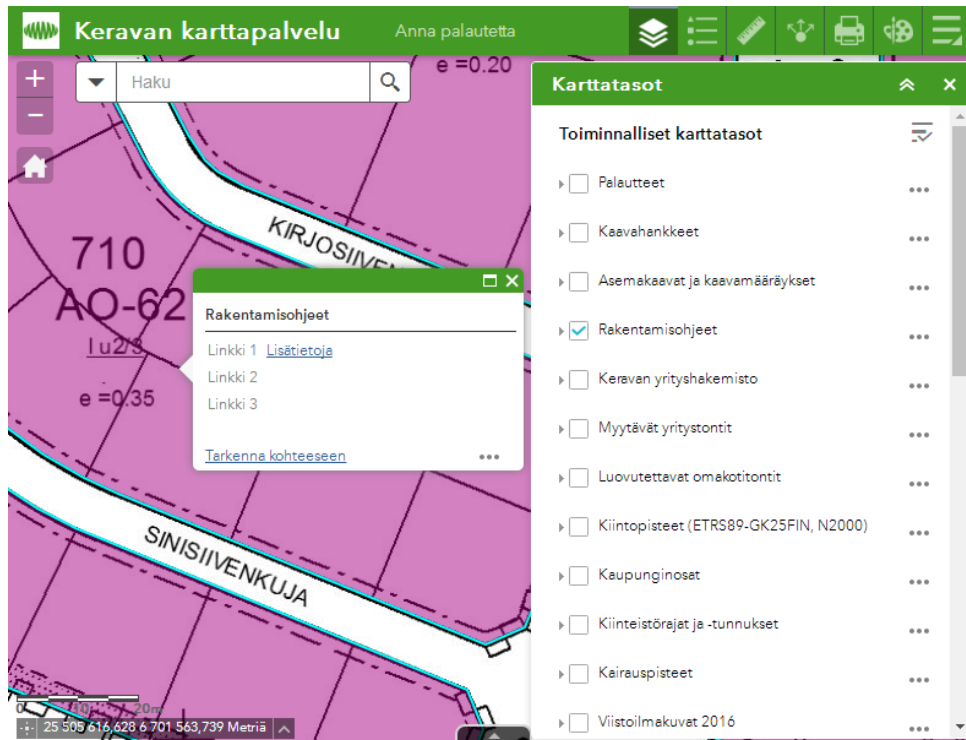
Käyttäjä hakee tietoa voimassa olevasta asemakaavasta ja rakennustapaohjeista tietyltä alueelta.

Jos käyttäjä tietää sijainnin ja osaa itse siirtyä karttanäkymässä kyseiselle alueelle, niin navigoinnin jälkeen käyttäjä voi klikata ”Karttatasot”-pienoisohjelmasta auki karttatasot ”Ajantasa-asemakaava” sekä ”Asemakaavat ja kaavamääräykset”. Avautuvassa näkymässä on pohjalla ajantasa-asemakaava ja päällä on Asemakaavoja kuvaava taso läpinäkyvinä kikkattavina polygoneina. Polygonia klikkaamalla aukeaa ponnahdusikkuna, jossa on tieto- ja asemakaavasta sekä linkit kaavadokumenttiin ja pelkät kaavamääräykset selitteineen sisältävään dokumenttiin (Kuva 3.15).

Rakentamisohteet-karttataso saa aktiiviseksi vastaavanlaisiksi klikattavina polygoneina avautuvaksi karttatasoksi. Polygonia klikkaamalla aukeaa ponnahdusikkuna, jossa on linkki rakennustapaohjeet sisältävään dokumenttiin tai dokumentteihin (Kuva 3.16).

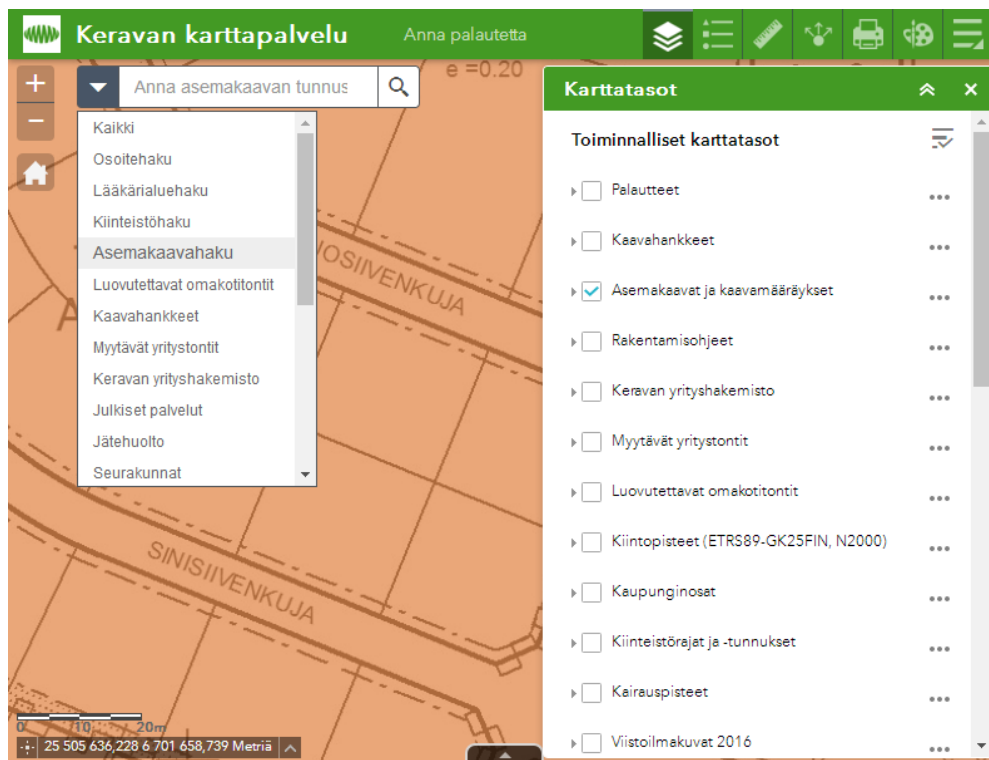


Kuva 3.15. Näkymä asemakaavapolygonia klikattaessa tasojen ”Ajantasa-asemakaava” ja ”Asemakaavat ja kaavamääräykset” ollessa aktiivisinä.



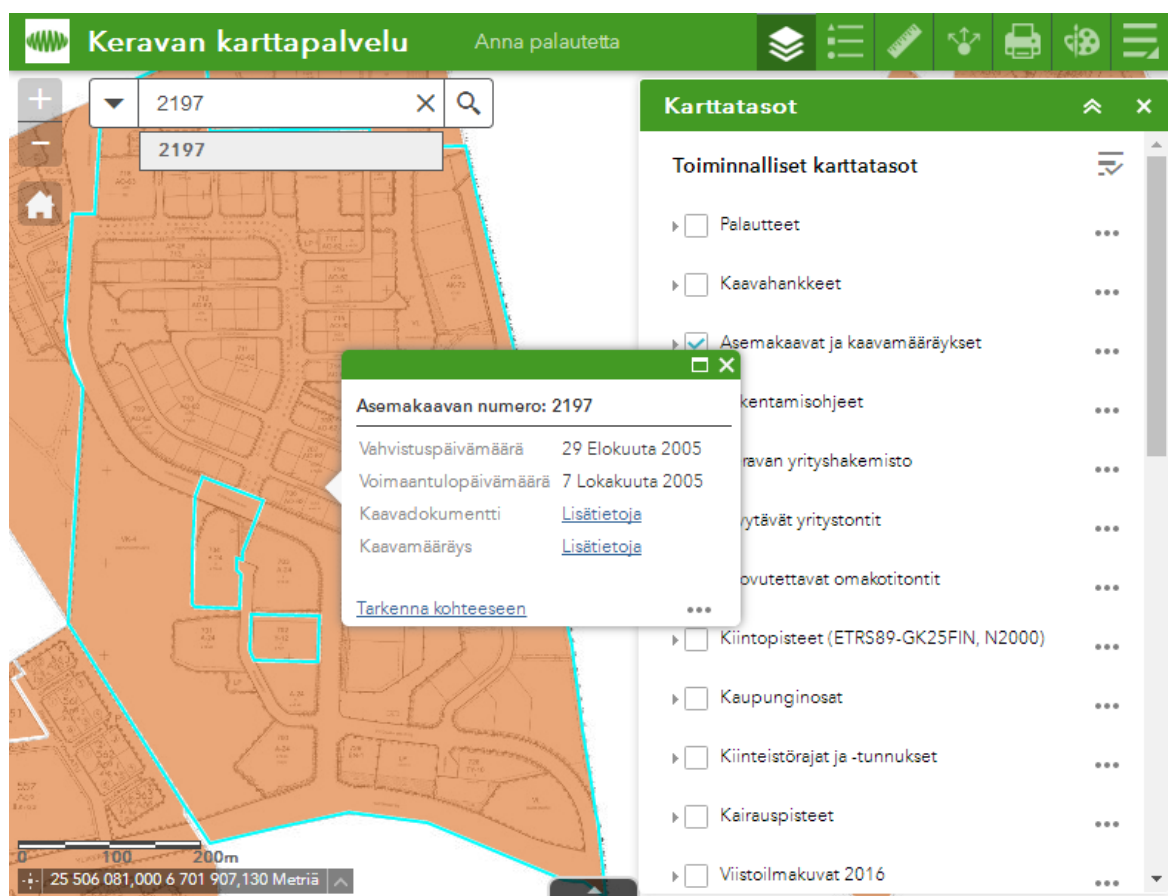
Kuva 3.16. Näkymä rakentamisohjepolygonia klikattaessa karttatasojen "Ajantasa-
asemakaava" ja "Rakentamisohjeet" ollessa aktiivisina.

Jos käyttäjä tietää ainoastaan asemakaavan numeron, niin hänellä on mahdollisuus käyttää myös Haku-työkalua. Hakutyökalun laidassa olevasta nuolinäppäimestä saa auki alasvetovalikon, josta voi valita aktiiviseksi asemakaavahaun. Työkalu pyytää asemakaavan tunnusta (Kuva 3.17).



Kuva 3.17. Asemakaavahaun valitseminen hakutyökalun alasvetovalikosta.

Kun käyttäjä kirjoittaa asemakaavan numeron hakukenttään ja painaa Enter-näppäintä, niin sovellus zoomaa näkymän kyseisen asemakaavapolygonin laajuuteen ja avaa asemakaavan ponnahdusikkunan (Kuva 3.18).



Kuva 3.18. Asemakaavahaun tulos.

Esimerkkikäyttötapaus 2

Käyttäjä haluaa etsiä luovutettavista omakotitonteista ne, joilla on eniten rakennusoikeutta.

Käyttäjän kannattaa aloittaa klikkaamalla ”Karttatasot”-pienoisohjelmasta auki aktiiviseksi ”Luovutettavat omakotitontit”-karttataso. Tämän jälkeen käyttäjä voi avata ”Ominaisuustietotaulu”-pienoisohjelman ikkunan alareunassa keskellä olevasta nuolipainikkeesta ja navigoimalla avautuvan työkalun ylälaidan palkissa ”Luovutettavat omakotitontit” -taulun kohdalle. Samaan näkymään pääsee myös klikkaamalla kolmea pistettä ”Karttatasot”-pienoisohjelmassa ”Luovutettavat omakotitontit”-karttatason vierestä ja sen jälkeen klikkaamalla valintaa ”Näytä ominaisuustietotaulukossa”.

Avautuvassa näkymässä tontit ovat lueteltuna riveittäin taulukossa. ”Rakennusoikeus”-saraketta klikkaamalla saadaan näkyviin valikko, jossa kohteet voi järjestää kyseisen sarakkeen ominaisuustiedon mukaan joko nousevasti tai laskevasti. Sarakkeen tietojen ollessa lukumuotoista, työkalulla pystyy laskemaan myös ominaisuustietoon liittyviä tilastotietoja (Kuva 3.19). Suurimpia rakennusoikeuksia etsiessä tulee järjestää tontit rakennusoikeuden mukaan laskevasti (Kuva 3.20).



Kuva 3.19. Sarakkeen tilastotiedot ”Ominaisuustietotaulu”-pienisohjelmasta.

Keravan karttapalvelu Anna palautetta

2197 Näytä hakutulokset haulle 2197

Karttatasot

- ☐ Rakentamishojeet
- ☐ Keravan yrityshakemisto
- ☐ Myytävät yritystontit
- ☒ Luovutettavat omakotitontit
- ☐ Kiintopisteet (ETRS89-GK25FIN, N2000)
- ☐ Kaupunginosat
- ☐ Kiinteistörajat ja -tunnukset
- ☐ Kairauspisteet

Tontti	Pinta-ala (m ²)	Rakennusoikeus (m ²)	Kauppahinta (eur)	Vuosivuokra (eur)	Osoite	Postinumero	Kaavami
6-1730-2	699	349		4 544	Tattikuja 3	04260	AO-61
6-1729-7	641	320	89 740	4 487	Tattikuja 2	04260	AO-61
7-4003-8	791	316	86 900	4 345	Emännänkatu 17	04200	AO-75

29 kohteet 0 valitut

Kuva 3.20. ”Ominaisuustietotaulu”-pienisohjelma.

Oletetaan, että käyttäjä kiinnostui kahdesta eniten rakennusoikeutta omaavasta tontista. Tällöin käyttäjä voi valita nämä kaksi tonttia aktiiviseksi ominaisuustietotaulusta ja klikata tarkenna kohteeseen (Kuva 3.21).

Keravan karttapalvelu Anna palautetta

2197

Näytä hakutulokset haulle 2197

Karttatasot

- ☐ Rakentamissuhteet
- ☐ Keravan yrityshakemisto
- ☐ Myytävät yritystontit
- ☒ Luovutettavat omakotitontit
- ☐ Kiintopisteet (ETRS89-GK25FIN, N2000)
- ☐ Kaupunginosat
- ☐ Kiinteistörajat ja -tunnukset
- ☐ Kairauspisteet

Keravan yrityshakemisto Myytävät yritystontit Luovutettavat omakotitontit Kiintopisteet (ETRS89-GK25FIN, N2000) Kaupunginosat

Valinnat Suodata kartan laajuuden mukaan Tarkenna kohteeseen Tyhjennä valinnat Päivitä

Tontti	Pinta-ala (m ²)	Rakennusoikeus (m ²)	Kauppahinta (eur)	Vuosivuokra (eur)	Osoite	Postinumero	Kaavami
6-1730-2	699	349	90 870	4 544	Tattikuja 3	04260	AO-61
6-1729-7	641	320	89 740	4 487	Tattikuja 2	04260	AO-61
7-4003-8	791	316	86 900	4 345	Emännänkatu 17	04200	AO-75

29 kohteet 2 valitut

Kuva 3.21. Kohteiden valinta ominaisuustietotaulusta ja kohteisiin tarkentaminen.

Tuloksena sovellus zoomaa suurimpaan mahdolliseen mittakaavatasoon, jossa kaksi valittua tonttia mahtuvat ikkunan näkymään. Valitut tontit on korostettu turkoosilla rajauksella ja niiden ponnahdusikkunat saa auki klikkaamalla (Kuva 3.22).

Keravan karttapalvelu Anna palautetta

2197 Näytä hakutulokset haulle 2197

Karttatasot

- ☐ Karttakartta
- ☐ Ajantasa-asemakaava
- ☐ Keravan yleiskaava 2020 (YK3, KerCa/YK4)
- ☒ Ilmakuva 2016
- ☐ Ilmakuva 2015
- ☐ Ilmakuva 2012
- ☐ Ilmakuva 2011
- ☐ Ilmakuva 2009

25 504 567,455 6 697 654,045 Metriä

Keravan yrityshakemisto Myytävät yritystontit Luovutettavat omakotitontit Kiintopisteet (ETRS89-GK25FIN, N2000) Kauppi

Valinnat Suodata kartan laajuuden mukaan Tarkenna kohteeseen Tyhjennä valinnat Päivitä

Tontti	Pinta-ala (m ²)	Rakennusoikeus (m ²)	Kauppahinta (eur)	Vuosivuokra (eur)	Osoite	Postinumero	Kaavami
6-1730-2	699	349	90 870	4 544	Tattikuja 3	04260	AO-61
6-1729-7	641	320	89 740	4 487	Tattikuja 2	04260	AO-61
7-4003-8	791	316	86 900	4 345	Emännänkatu 17	04200	AO-75

29 kohteet 2 valitut

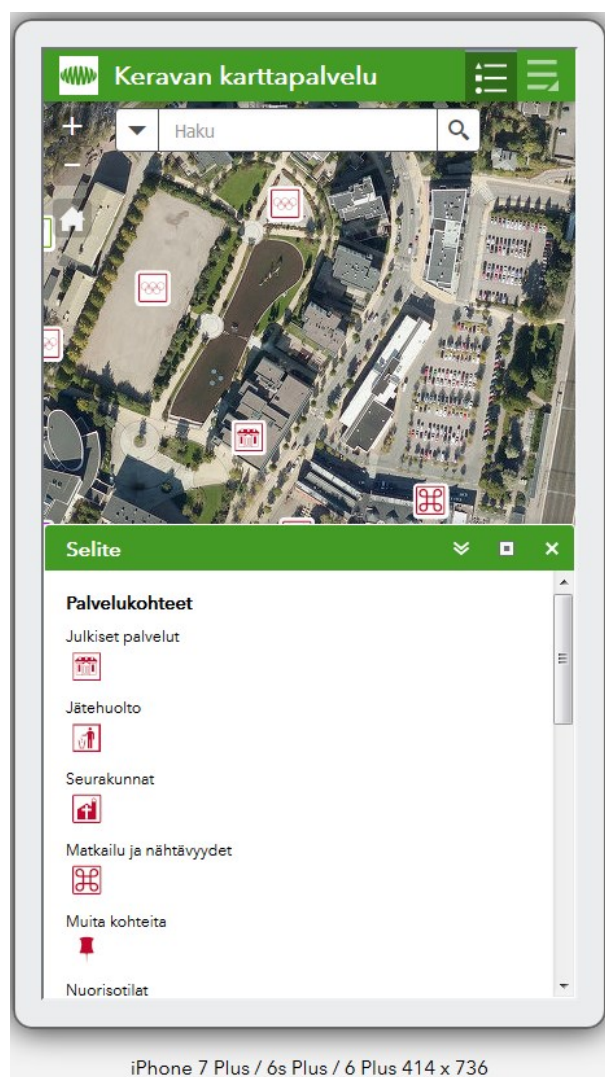
Kuva 3.22. Kohteisiin tarkentamisen tulos. Taustalle on avattu "Ilmakuva 2016"-karttataso.

4 Arviointi ja yhteenveto

Tutkimus osoittaa, että tarkoituksenmukaisen kunnallisen Internet-karttapalvelun toteuttaminen Software as a Service -tyyppistä koodia generoivaa käyttöliittymää käyttäen on mahdollista.

ArcGIS Onlinen Web AppBuilder -käyttöliittymästä löytyvät interaktiiviset työkalut eli pienoishjelmat mahdollistavat Internet-karttapalvelun käyttäjälle todella monipuolisen aineistojen hyödyntämisen. Pienoisohjelmavalikoimasta on karttapalvelussa tällä hetkellä käytössä muutama, mutta lisättävissä olevien pienoishjelmien määrä kasvaa sitä mukaa kun ArcGIS Onlineen tehdään päivityksiä (ESRI 2017t).

ArcGIS Onlinen Web AppBuilder -käyttöliittymällä toteutetut sovellukset ovat responsiivisia, eli sovelluksen näkymä mukautuu ikkunan kokoon käyttöliittymän paneelien, valikoiden ja työkalujen sijoittelua muuttamalla (Kuva 4.1). Karttapalvelun pystytyksessä alusta asti tiivistä mukana olleena, käyttöliittymän intuitiivisuutta on vaikea uskottavasti arvioida.



Kuva 4.1. Esimerkki karttapalvelun mobiililaitenäkymästä, jossa ”Selite”-pienoisohjelma on avattuna.

Toteutunut karttapalvelu on sekä aineistosisällöiltään että toiminnallisuuksiltaan monipuolinen - karkeasti arvioituna suurin piirtein samassa luokassa Suomen suurimpien kaupunkien Internet-karttapalveluiden kanssa (Pajukoski 2014). Toisaalta koska kaikki toimijat kehittävät tuotteitaan jatkuvasti, niin syväluotaavaa karttapalveluiden vertailua ei ole tämän tutkimuksen yhteydessä suoritettu.

4.1 Eri aineistolähdetkaisu

4.1.1 Rasteriaineistot: tiilitasot

Projektioihin liittyvien ongelmien ratkaisu vei yllättävän ison osan työhön käytetystä ajasta. Lähes kaikkien ArcGIS Online -dokumentaation ohjeiden lähtökohtana on, että aineisto julkaistaan käyttäen WGS84 Web Mercator -koordinaattijärjestelmää. Keravan leveysasteilla Mercatorin projektion aiheuttama mittakaavavirhe on niin suuri, että Gauß-Krüger -projektiossa olevien rasterimuotoisten lähtöaineistojen julkaisun tulos oli visuaalisesti heikkolaatuinen tiilityksen yhteydessä ArcGIS:in taustalla suorittaman uudelleenprojisoinnin jäljiltä Web Mercator -projektiota käyttävää ArcGIS-oletustiilitysskeemaa käytettäessä. Aineistojen manuaalinen uudelleenprojisointi ennen tiilitystä ratkaisi visuaaliseen laatuun liittyvän ongelman, mutta tätä työnkulkua käyttäen koko julkaisuprosessin vaiheiden määrä ja prosessointiaika nousi kohtuuttomaksi. Loppujen lopuksi työssä päädyttiin rakentamaan oma ETRS89 / GK25FIN -koordinaattijärjestelmää käyttävä tiilitysskeema.

Työn edetessä selvisi, että pilvipalvelussa jo julkaistujen editoitavia aineistoja esittävien tiilitasojen ylläpito osoittautui työläemmäksi, kuin samojen tasojen ylläpito ArcGIS Serverillä. Toisaalta kertaluontoisesti tiilitettävien aineistojen isännöinti pilvipalvelussa on perusteltua, koska pilvessä isännöityjen palveluiden ylläpito ei kuormita kaupungin omia palvelimia lainkaan.

4.1.2 Vektoriaineistot

ArcGIS Onlinen pilvipalvelussa isännöityjen vektoritasojen ylläpito on yksinkertaista ja ArcGIS Online Web Map Viewer mahdollistaa aineistojen melko monipuolisen muokkaamisen. Toisaalta käyttöliittymä nojaa hyvin vahvasti intuitiivisuuteen, eikä dokumentaatio ole lainkaan niin kattava kuin ESRI:n työpöytäsovelluksissa.

Käytännössä monien aineistojen kohdalla ArcGIS Serverin hyödyntäminen oli välttämätöntä, koska ArcGIS Onlinen isännöidyt aineistot eivät tue karttatasojen hierarkkista ryhmittelyä, ja koska ArcGIS Onlinessa ei voi isännöidä annotaatiotauluja (ESRI 2017u ja ESRI 2017v).

4.2 Karttatasojen skaalautuvuus

Tiilittämisen ansiosta palvelussa olevien rasteritasojen suorituskyky sekä latausnopeuden että visuaalisen laadun osalta pysyy korkealla tasolla kaikilla käytettävillä mittakaavatasoilla. Piirtonopeudella on keskeinen merkitys koko palvelun käytettävyyden kannalta.

Runsassisältöisen jatkuvassa editoinnissa olevan kantakartan julkaisussa käytettiin semanttista yleistämistä, jotta piirtonopeus saatiin pysymään kohtuullisena myös pienemmillä mittakaavoilla. Vaikka nimenomaan nopean piirron varmistaminen oli yleistämisen ensisijaisena motivaationa, niin eri tasojen piirrosta pois ottaminen myös selkeyttää kartan lukua pienillä mittakaavoilla, kun näkymä ei ole niin ruuhkautunut.

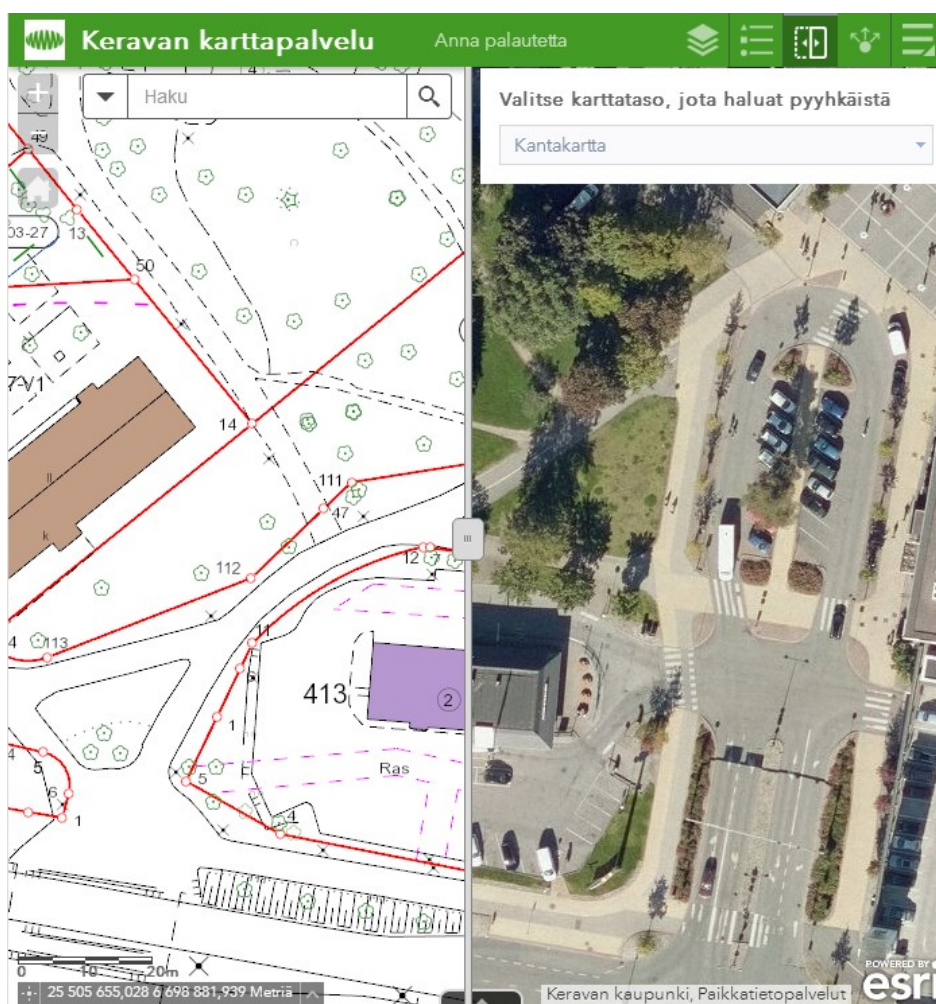
ArcGIS Onlinessa isännöidyt vektoriaineistot hyödyntävät myös automatisoitua geometrista yleistämistä yksinkertaistamalla viivoja poistamalla kohteen muotoon vähiten vaikuttavia taitepisteitä mittakaavan pienentyessä. ArcGIS Online valitsee taitepisteet käyttäen Douglas-Peucker -algoritmia (Worboys & Duckham 2004, s. 176 ja ESRI 2011).

Optimaalisinta olisi ollut suunnitella karttapalvelun oletustaustakartaksi taso, joka yhdistäisi kaikkia yllä mainittuja skaalautuvuustekniikoita. Monissa karttapalveluissa oletustaustakarttana on eräänlainen taustakarttasarja, jossa sisältö on optimoitu joka mittakaavatasolle erikseen - esimerkiksi tarpeeksi suurelle mittakaavalle mentäessä saatetaan muuttaa opaskarttanäkymä kantakarttanäkymään. Tämän tyyppisen ratkaisun kehittäminen karttapalvelun pystyttämisen yhteydessä olisi ollut mielekästä, mutta siihen ei aikataulun vuoksi ollut mahdollisuutta. Kerava on kuitenkin pinta-alaltaan poikkeuksellisen pieni kunta, jonka takia pelkkä 1:10 000 mittakaavan kuvaustekniikkaa käyttävä opaskartta toimii oletustaustakarttana melko hyvin, eikä taustakarttasarjalle ole näin ollen niin suurta tarvetta.

4.3 Palvelun käyttöönotto sekä kehittäminen julkaisun jälkeen

Palvelu otettiin käyttöön helmikuun 2016 alussa kun URL-osoite <http://kartta.kerava.fi> asetettiin ohjaamaan uuteen sovellukseen. ArcGIS Online tilastoi pilvipalvelussa isännöityjen sovellusten katselukertoja, ja 6.2.2017 - 20.11.2017 välillä sovellukselle oli kertynyt yhteensä 31 194 katselukertaa, eli keskimäärin noin 109 katselukertaa päivässä. Toistaiseksi vilkkain vuorokausi on ollut torstaina 9.2.2017, jolloin palvelua katseltiin 457 kertaa. Käyttö on koko tarkasteluvälin aikana ollut arkena selkeästi vilkkaampaa kuin viikonloppuisin.

Sovelluksen ylläpito Software as a Service -tyyppisellä selainpohjaisella käyttöliittymällä mahdollistaa karttapalvelun aineistosisältöjen ja toiminnallisuuksien muokkaamisen ilman ohjelmointiosaamista. Julkaisun jälkeen Keravan Maankäyttöpalveluiden henkilökunta onkin lisännyt karttapalveluun uusia aineistoja projektin osana kirjoitettuja ohjeita noudattaen. Näitä ovat ArcGIS Serverin kautta julkaistut pistemäiset aineistot (kairauspisteet, viistoilmakuvat), ArcGIS Onlinessa isännöidyt tiilitasot (ortoilmakuvat vuosilta 1964, 1978, 2006, 2009 ja 2011) sekä ArcGIS Serverillä isännöity harmaasävyopaskartta-tiilitaso. Myös ”Pyyhkäise”-pienoisohjelma on lisätty karttapalveluun uudeksi toiminnallisuudeksi pystytysprojektin päättymisen jälkeen (Kuva 4.2).



Kuva 4.2. "Pyyhkäise"-pienoisohjelma.

4.4 Tulevaisuuden näkymät

Pilvipalveluiden rooli kasvaa koko IT-alalla, ja tämä näkyy myös paikkatietoteknologian sektorilla. Paikkatiedolle on ominaista suuret datamäärät sekä paljon prosessointitehoa vaativat prosessit, ja pilvilaskennan perustoiminnallisuudet vastaavat juuri näihin vaatimuksiin. Hajautetun prosessoinnin avulla voidaan esimerkiksi tehostaa aineistojen uudelleen projisointia lennosta (engl. on-the-fly reprojection). Tämä on edellytys useista eri lähteistä luettavien, useita eri koordinaattijärjestelmiä käyttävien aineistojen samassa näkymässä selaamiseen. Tehokas ArcGIS Onlinessa isännöityä rasteriaineistoa lennosta uudelleen projisoiva prosessi olisi helpottanut myös tämän työn toteutusta.

Paikkatietoaineistojen käyttö kolmiulotteisissa käyttöliittymissä yleistyy koko ajan, ja myös tämä tuo tullessaan uusia entistä kovempia suorituskykyvaatimuksia. 3D-teknologian nopean kehityksen myötä kaupunki- ja rakennussuunnittelussa on siirrytty enenevässä määrin kolmiulotteiseen suunnitteluun, ja tämä on asettanut tarpeita myös lähtöaineiston kolmiulotteisuudelle. Tämän takia kuntasektorilla nähdään tarve siirtyä kantakartan ylläpidosta kaupunkimallin ylläpitoon. (Liukkonen 2015.)

Työasemapuolella tämä näkyy esimerkiksi siinä, että ESRI on ilmoittanut 3D:tä tukevan ArcGIS Pro -työpöytäsovelluksen tulevan jossain vaiheessa korvaamaan vanhan ArcGIS Dektopin eli ArcMapin (ESRI 2017w).

Myös Internet-karttapalveluissa siirryttänee enenevissä määrin kolmiulotteisen näkymän mahdollistaviin käyttöliittymiin. Esimerkiksi Google Mapsissa on jo pitkään ollut kolmiulotteisen näkymän mahdollisuus ja ArcGIS Onlinessakin löytyy käyttöliittymä selainpohjaisen 3D-karttapalvelun rakentamiseen (Kuva 4.3).



Kuva 4.3. ArcGIS Online Scene Viewer -näkö (ESRI 2014).

Pilvipalvelut tarjoavat useita etuja myös muuhun kuntasektorilla tapahtuvaan tiedonhallintaan. Toisaalta rekisterien ylläpidossa täysin pilviympäristöön siirtyminen on kunnissa ongelmallista, sillä Suomen julkiselle sektorille on asetettu tiettyjä lakisääteisiä tietosuojavelvoitteita, ja EU:n tietosuoja-asetus kiristää näitä velvoitteita entisestään (EUR-Lex 2016). Tämä rajaa pois vartenotettavia pilvipalveluntarjoajavaihtoehtoja pilvipalveluiden käytön vaihdellessa suuresti sovellettavan lainsäädännön sekä tiedon omistajuuden osalta pilvipalveluiden tarjoajien välillä (Natunen 2014).

Lähdeluettelo

Aaltonen, T. 2013. Esrin ELA-lisensoinnin hyödyntäminen Järvenpään kaupungissa. [Verkkodokumentti]. Insinööritö. Metropolia Ammattikorkeakoulu, maanmittaustekniikan koulutusohjelma. Espoo. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2013060513004>

Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A.D., Katz, R., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D., Rabkin, A. & Stoica, I. 2010. A view of cloud computing. Communications of the ACM. Vol. 53:4. S. 50-58. ISSN 0001-0782.

Banerjee, P., Friedrich, R., Bash, C., Goldsack, P., Huberman, B., Manley, J., Patel, C., Ranganathan, P. & Veitch, A. 2011. Everything as a service: Powering the new information economy. Computer. Vol. 44:3. S. 36-43. ISSN 0018-9162.

Bhat, M.A., Shah, R.M. & Ahmad, B. 2011. Cloud Computing: A solution to Geographical Information Systems (GIS). International Journal on Computer Science and Engineering. Vol. 3:2. S. 594-600. ISSN 0975-3397.

Brassel, K.E. & Weibel, R. 1988. A review and conceptual framework of automated map generalization. International Journal of Geographical Information Systems. Vol. 2:3. S. 229-244. ISSN 1365-8816.

ESRI. 2009. ArcGIS Blog: Mathematical relationships among map scale, raster data resolution, and map display resolution. [Verkköjulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <https://blogs.esri.com/esri/arcgis/2009/12/04/mathematical-relationships-among-map-scale-raster-data-resolution-and-map-display-resolution/>

ESRI. 2011. ArcGIS Blog: Feature layers can generalize geometries on the fly. [Verkköjulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <https://blogs.esri.com/esri/arcgis/2011/06/13/feature-layers-can-generalize-geometries-on-the-fly/>

ESRI. 2017a. ArcGIS Server -dokumentaatio. [Verkköjulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://server.arcgis.com/en/server/10.3/publish-services/windows/what-is-map-caching-.htm>

ESRI. 2017b. ArcGIS Server -dokumentaatio. [Verkköjulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://server.arcgis.com/en/server/10.3/publish-services/windows/available-map-and-image-cache-properties.htm>

ESRI. 2017c. ArcGIS Server -dokumentaatio. [Verkköjulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/#!/What_is_ArcGIS_for_Server/01540000037p000000/

ESRI. 2017d. ArcGIS Server -dokumentaatio. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.2/#!/Components_of_ArcGIS_for_Server/01540000035p000000/

ESRI. 2017e. ArcGIS Online -dokumentaatio. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://doc.arcgis.com/en/arcgis-online/reference/what-is-agol.htm>

ESRI. 2017f. ArcGIS Online -dokumentaatio. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://doc.arcgis.com/en/web-appbuilder/create-apps/what-is-web-appbuilder.htm>

ESRI. 2017g. ArcGIS for Developers -dokumentaatio. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <https://developers.arcgis.com/documentation/core-concepts/web-maps/#the-web-map-specification>

ESRI. 2017h. ArcGIS Online -dokumentaatio. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://doc.arcgis.com/en/arcgis-online/share-maps/publish-tiles.htm#GUID-C467C9D7-443D-48D6-90AB-8204E3B9FD83>

ESRI. 2017i. ArcGIS Desktop -dokumentaatio. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/data-management-toolbox/generate-tile-cache-tiling-scheme.htm>

ESRI. 2017j. ArcGIS Desktop -dokumentaatio. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/server-toolbox/manage-map-server-cache-tiles.htm>

ESRI. 2017k. ArcGIS Desktop -dokumentaatio. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/gdbs-in-oracle/overview-geodatabases-oracle.htm>

ESRI. 2017l. ArcGIS Server -dokumentaatio. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://server.arcgis.com/en/server/10.3/get-started/windows/tutorial-publishing-a-map-service.htm>

ESRI. 2017m. ArcGIS Desktop -dokumentaatio. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/annotations/what-is-annotation.htm>

ESRI. 2017n. ArcGIS Desktop -dokumentaatio. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://server.arcgis.com/en/server/10.3/publish-services/windows/registering-your-data-with-arcgis-server-using-arcgis-for-desktop.htm>

ESRI. 2017o. ArcGIS Desktop -dokumentaatio. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://server.arcgis.com/en/server/10.3/publish-services/windows/24011-data-source-is-not-registered-with-the-server.htm>

- ESRI. 2017p. ArcGIS Desktop -dokumentaatio. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/conversion-toolbox/table-to-table.htm>
- ESRI. 2017q. ArcGIS Desktop -dokumentaatio. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/data-management-toolbox/calculate-field.htm>
- ESRI. 2017r. ArcGIS Desktop -dokumentaatio. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/data-management-toolbox/join-field.htm>
- ESRI. 2017s. ArcGIS Pro -dokumentaatio. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/analysis/spatial-join.htm>
- ESRI. 2017t. ArcGIS Online -dokumentaatio. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://doc.arcgis.com/en/web-appbuilder/create-apps/widget-overview.htm>
- ESRI. 2017u. ArcGIS Ideas: Group layers for ArcGIS online. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <https://community.esri.com/ideas/9987>
- ESRI. 2017v. ArcGIS Desktop -dokumentaatio. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/map/publish-map-services/24035-layer-type-is-not-supported-for-feature-service.htm>
- ESRI. 2017w. Migrating to ArcGIS Pro. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://www.esri.fi/ArcGIS/tuotteet/arcgis-pro/siirtyminen>
- EUR-Lex. 2016. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2016/679. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2016.119.01.0001.01.FIN&toc=OJ:L:2016:119:FULL
- JHS 180. 2013. Paikkatiedon sisältöpalvelut: Liite 1 Karttakuvapalvelu. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS180_liite1/JHS180_liite1.html
- JHS 185. 2014. Asemakaavan pohjakartan laatiminen. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://docs.jhs-suositukset.fi/jhs-suositukset/JHS185/JHS185.html>
- Jones, C.B. & Mark Ware, J. 2005. Map generalization in the Web age. International Journal of Geographical Information Science. Vol. 19:8-9. S. 859-870. ISSN 1365-8816.
- Keravan kaupunki. 2017. Keravan karttapalvelun käyttöohje. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: https://www.kerava.fi/paikkatieto/Keravan_karttapalvelun_kayttoohje.pdf

Liukkonen, O. 2015. Kuntien paikkatiedon polku kantakartasta 3D-kaupunkimalliin. [Verkkodokumentti]. Diplomityö. Aalto yliopisto, insinööritieteiden korkeakoulu, maankäyttötieteiden laitos. Espoo. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201505132658>

Maanmittauslaitos. 2017. Tie- ja käyttöoikeudet. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://www.maanmittauslaitos.fi/kiinteistot/maanmittaustoimitukset/haetoimitusta/tie-ja-kayttooikeudet>

Martikainen, M. & Quach Thi, A.T. 2016. Julkisen verkkopalvelun kehittäminen: CASE: Yrityshakemisto Keravan kaupungille. [Verkkodokumentti]. Opinnäytetyö. Laurea-ammattikorkeakoulu, liiketalouden koulutusohjelma. Kerava. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201605096802>

Mitchell, T. 2005. Web Mapping Illustrated (Using Open Source GIS Toolkits). Sebastopol, California, USA: O'Reilly Media. ISBN 0-596-00865-1.

Natunen, A. 2014. Tiedon omistajuus pilvipalveluissa tietoturvan, lainsäädännön ja käyttöehtojen näkökulmasta. [Verkkodokumentti]. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto, tietojenkäsittelytieteiden laitos. Jyväskylä. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-201412173524>

Nivala, A., Brewster, S. & Sarjakoski, T.L. 2008. Usability evaluation of web mapping sites. The Cartographic Journal. Vol. 45:2. S. 129-138. DOI:10.1179/174327708X305120. ISSN 0008-7041.

Ollila, P. 1995. Suurikaavaiset numeeriset kartat ja niiden yleistäminen. [Verkkodokumentti]. Lisensiaattityö. Teknillinen korkeakoulu, rakennus- ja maanmittaustekniikan osasto, maanmittaustekniikan laitos. Espoo. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: http://maa.aalto.fi/en/midcom-serveattachmentguid-1e3bef68e6850bebef611e39d0055c120a91a6d1a6d/lisuri_1995_ollila.pdf. ISBN 951-22-2935-8.

Pajukoski, J. 2014. Vertaileva tutkimus Suomen kuntien tarjoamista karttapalveluista. Kandidaatintyö. Aalto yliopisto, Insinööritieteiden korkeakoulu. Espoo.

Raiten, S. 2012. How To: Bing Maps Custom Tile Overlay – Google Maps. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://blogs.microsoft.co.il/shair/2012/06/24/how-to-bing-maps-custom-tile-overlay-google-maps/>

Rantanen, T. 2015. Keravan ajantasa-asemakaavan toimivuuden parantaminen. [Verkkodokumentti]. Insinöörityö. Metropolia Ammattikorkeakoulu, maanmittaustekniikan tutkinto-ohjelma. Espoo. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201503092894>

Tsai, W., Sun, X. & Balasooriya, J. 2010. Service-Oriented Cloud Computing Architecture. Teoksessa: 2010 Seventh International Conference on Information Technology: New Generations (ITNG 2010). Las Vegas, Nevada, USA. 12-14.4.2010. IEEE. Curran Associates: Red Hook, NY, USA. S. 684-689. DOI:10.1109/ITNG.2010.214. ISBN 978-0-7695-3984-3/10

Worboys, M.F. & Duckham, M. 2004. GIS: a computing perspective. 2nd ed. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press. ISBN 0-415-28375-2.

Yang, C., Goodchild, M., Huang, Q., Nebert, D., Raskin, R., Xu, Y., Bambacus, M. & Fay, D. 2011. Spatial cloud computing: how can the geospatial sciences use and help shape cloud computing?. *International Journal of Digital Earth*. Vol. 4:4. S. 305-329. DOI: 10.1080/17538947.2011.587547. ISSN 1753-8947 (painettu) ISSN 1753-8955 (sähköinen).

Yhdysvaltain geologian tutkimuskeskus. 2006. Map Projections. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 20.11.2017]. Saatavissa: <https://egsc.usgs.gov/isb/pubs/MapProjections/projections.html>